



SUSTENTABILIDADE EM DEBATE

SUSTAINABILITY IN DEBATE



ARTIGOS VARIA / ARTICLES VARIA

Energias Renováveis e Segurança Hídrica: a energia termossolar como alternativa para a dessalinização da água do mar no Norte da África e Oriente Médio

Segurança Alimentar e Mudanças Ambientais Globais: uma análise no contexto da sociedade brasileira

O Problema do Pós-consumo do Coco no Brasil: Alternativas e Sustentabilidade

Integração Lavoura-Pecuária-Floresta no Brasil: uma estratégia de agricultura sustentável baseada nos conceitos da Green Economy Initiative

Panorama da contabilização de emissões de gases de efeito estufa do setor industrial brasileiro

Avaliação das metodologias de compensação ambiental utilizadas no licenciamento ambiental de cinco estados brasileiros

Utilização do Conhecimento no Desenvolvimento Econômico: análise de empresas de tecnologia da informação com foco na economia sustentável

Uso de Resíduos de Pneumáticos Inservíveis na Produção de Concreto Para Blocos: uma simulação computacional

Compósitos a partir de materiais de fontes renováveis como alternativa para o desenvolvimento de produtos

DEBATE / DEBATE

Sustainability in Higher Education for the Global South: a conversation across geographies and disciplines

RESENHAS / BOOK REVIEWS

Como escrever (e publicar) artigos científicos em inglês e não morrer tentando

Para estimular a escrita científica

Educação ambiental e divulgação científica para crianças: construindo um desenvolvimento sustentável

GALERIA / GALLERY

Morcegos: Agentes Negligenciados da Sustentabilidade

VOL. 7 - N. 1
JANEIRO-ABRIL
2016
ISSN-e 2179-9067

Copyright © 2010 by Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília.

É permitida a reprodução dos artigos desde que se mencione a fonte.

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Reitor: Ivan Camargo

CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Diretor: Doris Sayago

LABORATÓRIO DE ENERGIA E AMBIENTE - FACULDADE DE TECNOLOGIA

Diretor: Antonio Cesar Pinho Brasil Junior

LABORATÓRIO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO INCLUSÃO E SUSTENTABILIDADE

Coordenadora: Raquel Naves Blumenschein

REVISTA SUSTENTABILIDADE EM DEBATE

Editores Responsáveis: José Augusto Drummond e Marcel Bursztyn

Editoras Executivas: Gabriela Litre e Melissa Curi

Editores de Resenhas: José Augusto Drummond e Raquel Lopes S. C. Grando

Editora da Galeria: Paula Simas de Andrade

Editor de Comunicação e Indexação: Flávio Eiró

Administração do Site: Melissa Curi e BCE / UnB

Edição: Editora IABS / www.editoraiabs.com.br

Diagramação: Rodrigo Torres / Toro Criativo

Revisão textual: Stela Máris Zica

Projeto Gráfico: Stefania Montiel

Fotografia da Capa: Marcel Bursztyn

Periodicidade: quadrimestral

Sistema de avaliação: *double blind peer-review*

Apoio: Departamento de Combate à Desertificação do Ministério do Meio Ambiente - MMA, Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura - IICA e Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade - IABS

Divulgação: eletrônica

Endereço para submissão de artigos: www.revista.sustentabilidade.unb.br

Endereço para correspondência do CDS:

Campus Universitário Darcy Ribeiro - Gleba A, Bloco C - Av. L3 Norte, Asa Norte - Brasília-DF, CEP: 70.904-970

Telefones: 55(61) 3107-6000, 3107-6001, 3107-6002, Fax: 3107-5972

E-mail: sustentabilidade.debate@gmail.com | Site: www.cds.unb.br

Diretrizes para Autores: <http://periodicos.unb.br/index.php/sust/about/submissions#authorGuidelines>

Declaração sobre ética e más práticas de publicação:

<http://periodicos.unb.br/index.php/sust/about/editorialPolicies#custom-4>

Sustentabilidade em Debate – Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília, v. 7, n. 1 (2010 - 2016). – Brasília

Quadrimestral - ISSN Eletrônico 2179-9067

Desenvolvimento Sustentável. Universidade de Brasília. Centro de Desenvolvimento Sustentável.

CDU 304:577

Impresso no Brasil



Conselho Editorial / Editorial Board

Presidente / President

José Augusto Drummond - Universidade de Brasília

Membros / Members

Alan Cavalcanti Cunha	Universidade Federal do Amapá
Arun Agrawal	University of Michigan
Anthony Hall	London School of Economics
Asher Kiperstok	Universidade Federal da Bahia
Bertha Becker (falecida)	Universidade Federal do Rio de Janeiro
Boaventura de Sousa Santos	Universidade de Coimbra
Carolina Joana da Silva	Universidade do Estado do Mato Grosso
Francisco Ferreira Cardoso	Universidade do Estado de São Paulo
Gabriele Bammer	The Australian National University
Hassan Zaoual (falecido)	Université du Littoral, Côte d'Opale
Hervé Thery	Universidade de São Paulo
Ignacy Sachs	L'École des Hautes Études en Sciences Sociales
Jalcione Almeida	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Jean-François Tourrand	La Recherche Agronomique pour le Développement
Joan Martinez-Allier	Universitat Autònoma de Barcelona
Laura Maria Goulart Duarte	Universidade de Brasília - UnB
Leila da Costa Ferreira	Universidade Estadual de Campinas
Lúcia da Costa Ferreira	Universidade Estadual de Campinas
Marilene Corrêa da Silva Freitas	Universidade Federal da Amazonas
Mário Monzoni	Fundação Getúlio Vargas
Martin Coy	Universität Innsbruck
Merilee Grindle	Harvard University
Michael Burns	Harvard University
Michele Betsill	Colorado State University
Neli Aparecida de Mello Théry	Universidade de São Paulo
Othon Henry Leonardos	Universidade de Brasília
Roberto Bartholo Jr.	Universidade Federal do Rio de Janeiro
Suely Salgueiro Chacon	Universidade Federal do Ceará
Umberto Maturana	Universidade do Chile
Vandana Shiva	Research Foundation for Science, Technology and Natural Resource Policy

Sumário / Table of Contents

Editorial / Editorial

O Alarmante Vínculo entre Clima e Migração / *The Alarming Link Between Climate and Migrations*

Gabriela Litre, Melissa Curi, José Augusto Drummond, Marcel Bursztyn

doi:10.18472/SustDeb.v7n1.2016.18616 07

Artigos Varia / Articles Varia

Energias Renováveis e Segurança Hídrica: a energia termossolar como alternativa para a dessalinização da água do mar no Norte da África e Oriente Médio / *Renewable Energies and Water Security: thermo solar energy as an alternative for desalination in North Africa and the Middle East*

Luiz Enrique Vieira de Souza e Leila da Costa Ferreira

doi:10.18472/SustDeb.v7n1.2016.15660 15

Segurança Alimentar e Mudanças Ambientais Globais: uma análise no contexto da sociedade brasileira / *Food Security and Global Environmental Change: an analysis in the context of Brazilian society*

Camille Lanzarotti Nolasco, Myanna Lahsen, Jean Pierre Henry Balbaud Ometto

doi:10.18472/SustDeb.v7n1.2016.16749 29

O Problema do Pós-consumo do Coco no Brasil: alternativas e sustentabilidade / *The Post-consumption Problem of Green Coconut in Brazil: alternatives and sustainability*

Adriana Pacheco Martins, Pedro Luiz Rodrigues da Silva, Toshiko Watanabe, Camilla Borelli, João Paulo Pereira Marcicano, Regina Aparecida Sanches

doi:10.18472/SustDeb.v7n1.2016.16566 44

Integração Lavoura-Pecuária-Floresta no Brasil: uma estratégia de agricultura sustentável baseada nos conceitos da *Green Economy Initiative* / *Crop-Livestock-Forestry Integration in Brazil: a sustainable agriculture strategy based on the concepts of Green Economy Initiative*

Júlio Cesar dos Reis, Renato de Aragão Ribeiro Rodrigues, Marcela Cardoso Guilles da Conceição, Carolinna Maria Silva Martins

doi:10.18472/SustDeb.v7n1.2016.18061 58

Panorama da contabilização de emissões de gases de efeito estufa do setor industrial brasileiro / *Overview of greenhouse gas emission accounting in the Brazilian industrial sector*

Oscar Mistage-Henríquez e Patrícia Bilotta

doi:10.18472/SustDeb.v7n1.2016.17375 74

Avaliação das metodologias de compensação ambiental utilizadas no licenciamento ambiental de cinco estados brasileiros / *Evaluation of environmental offset methodologies required by the environmental licensing systems of five Brazilian States*

Alberto Fonseca e Frederico Leite

doi:10.18472/SustDeb.v7n1.2016.17733 89

Utilização do Conhecimento no Desenvolvimento Econômico: análise de empresas de tecnologia da informação com foco na economia sustentável / *Use of Knowledge in Economic Development: an analysis of information technology companies with a focus on sustainable economy*

Robson da Silva Teixeira e Rodrigo Otávio Lopes de Souza

doi:10.18472/SustDeb.v7n1.2016.16190 107

Uso de Resíduos de Pneumáticos Inservíveis na Produção de Concreto Para Blocos: uma simulação computacional / *The Use of Tire Waste in the Production of Concrete Blocks: computer-based simulation models*

Leander Luiz Klein, Glauco Oliveira Rodrigues, Mirela Schramm Tonetto, Eugênio de Oliveira Simonetto

doi:10.18472/SustDeb.v7n1.2016.17355 121

Compósitos a partir de materiais de fontes renováveis como alternativa para o desenvolvimento de produtos / *Composites from renewable sources as an alternative for product development*

Eliana Paula Calegari e Branca Freitas de Oliveira

doi:10.18472/SustDeb.v7n1.2016.17623 140

Debate / Debate

Sustainability in Higher Education for the Global South: a conversation across geographies and disciplines

Seema Purushothaman, Chitra Ravi, Harini Nagendra, Manu Mathai, Seema Mundoli, Gladwin Joseph, Stefi Barna, Nandan Nawn, Radha Gopalan, Marcel Bursztyn, Martina Padmanabhan, Sally Duncan, Ruth S DeFries

doi:10.18472/SustDeb.v7n1.2016.17424 156

Resenhas / Book Reviews

Ethel Schuster; Haim Levkowitz; Osvaldo N. Oliveira Jr. (editors.). *Writing Scientific Papers in English Successfully: your complete roadmap*. São Carlos (SP): Compacta, 2014. 192 p.

Resenhado por / *Reviewed by* Andrés Burgos Delgado

doi:10.18472/SustDeb.v7n1.2016.16855 174

Howard S. Becker. Truques da escrita. Para começar e terminar teses, livros e artigos. São Paulo: Zahar, 2014. 253 p.

Resenhado por / *Reviewed by* Elimar Pinheiro do Nascimento

doi:10.18472/SustDeb.v7n1.2016.18139 178

Otávio Borges Maia. Vocabulário ambiental infanto-juvenil. Brasília: Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia, 2013. 256 p.

Resenhado por / *Reviewed by* Lídia Rogatto

doi:10.18472/SustDeb.v7n1.2016.16748 182

Galeria / Gallery

Morcegos: Agentes Negligenciados da Sustentabilidade / *Bats: Neglected Agents of Sustainability*

Por / *By* Wilson Uieda e Angelika Bredt

doi:10.18472/SustDeb.v7n1.2016.18617..... 186

O Alarmante Vínculo entre Clima e Migração

Por Gabriela Litre, Melissa Curi, José Augusto Drummond e
Marcel Bursztyn

doi:10.18472/SustDeb.v7n1.2016.18616

No século XXI as mudanças no meio ambiente e os desastres ambientais têm causado migrações às vezes maiores que os conflitos armados. Se o ser humano não deter os impactos negativos das mudanças climáticas, nos próximos 50 anos entre 250 milhões e 1.000 bilhão de pessoas serão forçadas a deixar suas casas e se mudar para outra região ou mesmo para outro país, segundo estimativas recentes da agência da Organização das Nações Unidas (ONU) para os Refugiados (Acnur).

Mas não é necessário esperar 50 anos para perceber o vínculo alarmante entre clima e migração. Até 1o de dezembro do ano passado, cerca de 900 mil refugiados superaram a capacidade da Europa em gerir eficazmente a chegada de pessoas que procuram asilo fugindo da Síria, do Iraque e do Afeganistão. Os migrantes climáticos enfrentam obstáculos sociais e econômicos para a sua integração em novas comunidades, o que aumenta a sua vulnerabilidade à exploração, às dificuldades financeiras e à discriminação. Isto pode também conduzir à instabilidade. Especialistas concordam que as raízes do conflito sírio podem ser atribuídas, em parte, a uma seca prolongada do período 2006-2010, o que levou ao aumento dos preços dos alimentos, ao êxodo rural e ao aumento do ressentimento com o regime de Bashar al-Assad marcado pela corrupção e pela administração ineficiente.

Mesmo que a Organização Internacional para as Migrações (OIM) reconheça que não existem estimativas confiáveis da migração induzida pelas alterações climáticas, esse organismo tem afirmado que ao longo dos últimos 30 anos a ocorrência de secas e inundações triplicou e já está resultando em movimentos significativos de população. Entre os continentes mais afetados estão a Ásia, a América e a África.

Calcula-se que em 2014 houve 19,3 milhões de refugiados climáticos no mundo, segundo o último relatório do Centro de Monitoramento de Deslocados Internos (IDMC). Entre 2008 e 2015 registraram-se em média 26,4 milhões de deslocados por ano, o que representa quase uma pessoa por segundo.

Na verdade, a migração induzida pelo clima é um fenômeno global. A cada ano, cerca de 700 mil mexicanos devem mudar por conta do esgotamento dos recursos naturais nas terras áridas. Em 2015, o ciclone Pam, entre outras tempestades tropicais, devastou pequenos Estados insulares como Vanuatu e deslocou milhares de pessoas. E, em todo o Sahel Africano, a desertificação continua contribuindo para a insegurança alimentar, a perda de meios de subsistência e para o número crescente de emigrantes africanos.

A migração ambiental é um tema complexo porque os drivers ou condutores de migração são multidimensionais. É difícil desvincular os fatores ambientais dos aspectos econômicos, sociais, políticos e demográficos que moldam a decisão de um indivíduo para migrar. Por isso, definir quem é um “refugiado climático” (ou se tal categoria existe mesmo) foi um assunto de debate intenso na COP 21, de Paris, no ano passado. A ONU, por exemplo, não reconhece mudanças climáticas ou condições meteorológicas extremas como motivo para asilo no âmbito da Comissão dos Refugiados de 1951. Como resultado, aqueles que fogem de eventos climáticos extremos, ou dos impactos do aquecimento global, não podem se beneficiar das mesmas redes de proteção social e legal dadas aos refugiados políticos.

Muitos membros da COP expressaram seu desejo de que a mobilidade climática fosse reconhecida explicitamente no Acordo de Paris como um desafio global que exige capacidade institucional nos níveis nacional, regional e local. E pediram reconhecimento de que aqueles que enfrentam riscos ambientais extremos tenham o direito a receber assistência preventiva, para evitar seu deslocamento; o direito de obter apoio, se eles são forçados a fugir; e o direito de construir, viver, trabalhar e integrar em novas comunidades, caso eles não possam voltar para suas casas.

Na maioria destes aspectos, o Acordo de Paris desapontou: não abordou o estatuto jurídico dos refugiados nem o mandato à sua proteção e assistência. No entanto, o acordo fez menção a migrantes no preâmbulo, exigindo a criação de uma força-tarefa para “desenvolver recomendações para abordagens integradas para evitar, minimizar e tratar os deslocamentos relacionados aos impactos adversos da mudança climática”.

No geral, o Acordo de Paris não tem a urgência, a profundidade e a estrutura coordenada necessária para enfrentar os imensos desafios da migração induzida pelo clima. Os refugiados, fugindo do ambiente hostil que os deixou sem água e sem comida, carecem de um estatuto jurídico que os ajude a procurar abrigo. Soluções de adaptação, compensação das vítimas e reconhecimento do status de refugiado climático são itens pendentes. Isso porque o conceito de “refugiado climático” ainda não tem nenhum significado jurídico no direito internacional.

Mas uma coisa é certa, a ciência já informou que o deslocamento de pessoas devido às mudanças climáticas é um fenômeno crescente e aqueles que tomam as decisões políticas já foram advertidos. Como pode a comunidade internacional responder à migração de forma a preservar a dignidade humana? Talvez a principal forma de a comunidade internacional abordar a migração seja pela remoção de algumas das causas da migração forçada pelo clima. Melhorar a preparação para os desastres, promovendo a diversificação dos meios de sustento, reverter a degradação ambiental e garantir a posse da terra podem aumentar a capacidade adaptativa das comunidades vulneráveis. Para aqueles que necessitam migrar, serão necessárias políticas que garantam vias regulares de migração, proteção legal e integração econômica.

O número 1 do volume 7 de Sustentabilidade em Debate (SeD) publica nove artigos na categoria Varia, três Resenhas, um Debate e uma Galeria. Cada trabalho apresenta a sua contribuição particular para ampliar e elucidar o debate sobre sustentabilidade neste complexo cenário post COP 21. Pontos de convergência, tais como as mudanças ambientais globais, a agricultura sustentável, reutilização de produtos e os indicadores de sustentabilidade, costuram os assuntos e tecem um conjunto equilibrado de análises.

O artigo Energias Renováveis e Segurança Hídrica: a energia termossolar como alternativa para a dessalinização da água do mar no Norte da África e Oriente Médio, dos autores Luiz Enrique Souza e Leila Ferreira, trata da escassez de água que tende a se agravar nos países do Norte da África e do Oriente Médio, por conta das mudanças climáticas. Diante desse contexto, o artigo discute as iniciativas destinadas a mitigar o estresse hídrico nessas regiões, com especial ênfase para os processos de dessalinização da água do mar.

Também com foco na escassez de recursos, o artigo Segurança Alimentar e Mudanças Ambientais Globais: uma análise no contexto da sociedade brasileira ressalta que a agricultura participa tanto das causas como das consequências das mudanças ambientais globais. Por meio de uma visão holística do sistema alimentar, os autores Camille Nolasco, Myanna Lahsen e Jean Pierre Ometto fazem uma revisão da literatura para contextualizar o tema e levantar a vulnerabilidade e os riscos aos quais a segurança alimentar da sociedade brasileira está sujeita. Ressaltam, também, as possíveis medidas mitigatórias e adaptativas necessárias para a sua garantia.

Os autores Adriana Martins et al., por meio do artigo O Problema do Pós-consumo do Coco no Brasil: alternativas e sustentabilidade, analisam os aspectos gerais da indústria do coco e de seus derivados. Buscando a origem da geração dos subprodutos do coco e as consequências da produção industrial para a gestão rural e urbana, o artigo se propõe a fazer um levantamento teórico sobre o possível reaproveitamento dos subprodutos do coco. Para contextualizar o assunto, apresenta uma análise do conceito de desenvolvimento sustentável aplicado ao design de produtos.

O artigo Integração Lavoura-Pecuária-Floresta no Brasil: uma estratégia de agricultura sustentável baseada nos conceitos da Green Economy Initiative, dos autores Júlio Reais, Renato Rodrigues, Marcela da Conceição e Carolinna Martins, tem como objetivo inserir a proposta de organização da agricultura baseada nos conceitos da Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) no âmbito das discussões relacionadas à necessidade de transformação do modelo produtivo vigente. Para tanto, utilizaram as diretrizes e os conceitos relacionados com a Green Economy Initiative (GEI), uma iniciativa do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (Pnuma).

Os autores Oscar Mistage-Henríquez e Patrícia Bilotta, no artigo Panorama da contabilização de emissões de gases de efeito estufa do setor industrial brasileiro, analisam o panorama da contabilização de inventários de emissões de gases de efeito estufa de indústrias de transformação, quanto à participação voluntária das empresas no cumprimento da meta estabelecida pela Política Nacional sobre Mudanças do Clima. Como ferramenta de contabilização, utilizaram os registros de inventários no programa GHG Protocol Brasil e no programa internacional Carbon Disclosure Project (CDP), entre os anos de 2008 e 2014.

Nessa mesma perspectiva de análise, o artigo Avaliação das metodologias de compensação ambiental utilizadas no licenciamento ambiental de cinco estados brasileiros, dos autores Alberto Fonseca e Frederico Leite, investiga as abordagens de cálculo da compensação ambiental para a criação e manutenção de unidades de conservação de alguns estados brasileiros – Amazonas, Bahia, Mato Grosso do Sul, Paraná e Rio de Janeiro. A metodologia utilizada foi o levantamento teórico qualitativo e descritivo da literatura sobre o tema, bem como da legislação ambiental estadual vigente.

Com o objetivo de analisar como o conhecimento tem sido utilizado no desenvolvimento econômico sustentável, o artigo Utilização do Conhecimento no Desenvolvimento Econômico: análise de empresas de tecnologia da informação com foco na economia sustentável, de autoria de Robson Teixeira e Rodrigo de Souza, faz um mapeamento de cinco empresas que trabalham com tecnologia da informação. A proposta foi verificar qualitativamente a relevância dessas empresas no cenário econômico do País e como elas lidam com o produto “conhecimento”.

Leander Klein, Glauco Rodrigues, Mirela Tonetto e Eugênio Simonetto, autores do artigo Uso de Resíduos de Pneumáticos Inservíveis na Produção de Concreto Para Blocos: uma simulação computacional, elaboram um modelo de utilização de resíduos de pneus inservíveis na composição de blocos intertravados de concreto. Como metodologia, realizaram uma simulação computacional das variações ocorridas nos elementos básicos constituintes de blocos de concreto quando da inserção de resíduos de pneus. Foram constituídos dois cenários para a projeção dos

resultados e utilizou-se o software Vensim para a obtenção dos dados.

Por fim, o artigo Compósitos a partir de materiais de fontes renováveis como alternativa para o desenvolvimento de produtos, das autoras Eliana Calegari e Branca de Oliveira, apresenta os resultados de um estudo de caso acerca de produtos em que são empregados os compósitos produzidos a partir de recursos de fontes renováveis. A pesquisa revela que os referidos compósitos estão sendo aplicados, principalmente, em embalagens, na produção de ferramentas para jardinagem e vasos para plantas.

A seção Debate oferece as principais conclusões da rica troca de ideias apresentada no workshop “Sustentabilidade no Ensino Superior a partir da observação do Sul Global”, organizado pela Universidade Premji Azim entre 12 e 14 de janeiro de 2015, em Bangalore, na Índia. O objetivo do encontro internacional foi explorar de que maneira a ciência da sustentabilidade pode ser melhor integrada em cursos de graduação, pós-graduação e profissionalizantes. Os cientistas reunidos em Bangalore também procuraram caminhos para permitir que estudantes de diversas origens disciplinares e geográficas imaginem, conceituem, pesquisem e implementem a sustentabilidade em seus distintos contextos pessoais e profissionais.

SeD 15 oferece também três resenhas de livros. Em Como escrever (e publicar) artigos científicos em inglês e não morrer tentando, o autor Andrés Burgos Delgado discorre sobre a obra *Writing Scientific Papers in English Successfully: your complete roadmap*, dos editores Ethel Schuster, Haim Levkowitz e Osvaldo Oliveira Jr. Resultado de duas décadas de pesquisa e ensino sobre escrita científica em inglês, o livro, em linhas gerais, trata de ferramentas de software desenvolvidas pelos autores para auxiliar estudantes não nativos de inglês a produzirem textos acadêmicos de qualidade.

Com a mesma temática, o autor Elimar Pinheiro do Nascimento resenha a obra *Truques da escrita*. Para começar e terminar teses, livros e artigos, de Howard S. Becker. Com o título *Para estimular a escrita científica*, a resenha discorre sobre a versão brasileira do livro, que reúne os dez capítulos das edições anteriores, inglesa e francesa, e contém ainda um prefácio especial para estimular os que estão iniciando na “arte” de escrever e publicar.

A terceira resenha, da autora Lídia Rogatto, intitulada *Educação ambiental e divulgação científica para crianças: construindo um desenvolvimento sustentável*, analisa a obra *Vocabulário ambiental infantojuvenil*, do autor Otávio Borges Maia. Conforme a resenhista, o livro é casado com a perspectiva de que é preciso reforçar os laços da educação infantil com os da epistemologia ambiental.

Finalmente, a Galeria deste primeiro número do ano de SeD apresenta, por meio de um engajador ensaio de Wilson Uieda e Angelika Bredt, acompanhado de belas fotografias, o maravilhoso e desconhecido mundo dos morcegos, agentes negligenciados da sustentabilidade. Esses mamíferos voadores, presentes em nosso planeta há mais de 52 milhões de anos, alcançaram uma quantidade fenomenal de espécies. Dentre os mamíferos, os números de espécies de morcegos são superados apenas pelo grupo dos roedores, que conta com 2.500 espécies.

Aproveitamos para reiterar o convite aos nossos leitores para que nos honrem com a submissão de seus textos e que colaborem com o processo de revisão por pares, cadastrando-se em nosso site como pareceristas.

Desejamos uma boa leitura!

Os Editores

The Alarming Link between Climate and Migrations

By Gabriela Litre, Melissa Curi, José Augusto Drummond e
Marcel Bursztyn

doi:10.18472/SustDeb.v7n1.2016.18616

During the still brief 21st century, environmental changes and disasters have caused people to migrate even more than some armed conflicts. In the next 50 years, if humanity fails to prevent further negative impacts linked to climate changes, between 250 million and 1 billion people will be forced to leave their homelands and move to another region and even to another country. The United Nations High Commission for Refugees published this recent estimate.

However, we do not have to wait 50 years to see the effects of the link between climate and migrations. By December 1st 2015, approximately 900,000 refugees overwhelmed Europe's ability to manage effectively the arrival of people coming from Syria, Iraq and Afghanistan and seeking asylum. Climate migrants are confronted by social and economic barriers to their integration in new communities, making them even more vulnerable to exploitation, economic hardships and discrimination. This may lead also to instability. Specialists agree that the Syrian conflict may be in part attributed to an extended draught that happened between 2006 and 2010. It caused food prices to rise, urbanization of rural people increased, and opposition rose to the Al Assad regime, marked by corruption and inefficiency.

Even if the International Organization on Migrations recognizes that there are no dependable estimates of the number of migrants who move on account of climate changes, it has stated that over the last 30 years draughts and floods have tripled and have been responsible for significant population shifts. Asia, America and Africa have been among the most heavily affected continents. The Internal Displacement Monitoring Center (IDMC) estimated that in 2014 alone there were 19.3 million climate refugees worldwide. Between 2008 and 2015 there was a yearly average of 26.4 million displaced people, almost one person per second.

Actually, climate induced migrations are a global fact. 700,000 Mexicans are forced to move each year on account of the dwindling resources of the country's arid lands. In 2015, cyclone Pam, together with other tropical storms, devastated small island nations like Vanuatu and displaced thousands of people. The expanding desertification of the African Sahel continues to contribute to food insecurity, to the loss of means of subsistence, and to the growing numbers of African migrants.

Environmental migration is a complex topic because the drivers of migration are multi-dimensional. It is hard to separate environmental factors from the economic, social, political and demographic factors that shape an individual's decision to migrate. Therefore, defining who is a

“climate refugee” (or deciding if this category really exists) became the subject of an intense debate during the COP 21 Paris meeting, in 2015. The UN, for instance, does not recognize climate changes or extreme meteorological conditions as reasons for granting asylum in the context of the rules set by the 1951 Refugee Committee. As a result, people who move in order to escape extreme climate events or the consequences of global warming cannot benefit from the social and legal protection networks available to political refugees.

Numerous COP participants expressed their support to the proposal that climate refugees be explicitly acknowledged by the Paris Agreement, as they represent a global challenge that demands institutional responses at the national, regional and local levels. They proposed also that the people who face extreme environmental risks should have the right to receive preventive assistance, in order to avoid migration; they should have also the right to receive support, if forced to escape; lastly, they should have the right to build, live, work and integrate themselves in new communities, if they cannot return to their homes.

The Paris Agreement was a disappointment in respect to most of these concerns. It did not address the legal status of refugees, nor did it establish a mandate for their protection and assistance. However, in its foreword, the text of the agreement did mention migrants. There was a demand in favor of the creation of a task force in charge of “developing recommendations for integrated approaches designed to avoid, minimize and deal with displacements related to the negative impacts of climate change”.

In general terms, however, the Paris Agreement does not embody the sense of urgency, the depth and the coordinated structure required to face the enormous challenges posed by climate induced migrations. Refugees, pushed out of their homes by a hostile environment that leaves them without water and food, lack a legal status that can help them seek protection. Solutions linked to adaptation, compensation and acknowledgement of the status of climate refugees are lacking. This happens because the concept of “climate refugee” still has no legal meaning in international law.

One thing is certain, though: Science has already established that the displacement of people due to climate changes is a growing phenomenon and the people in charge of making relevant political decisions have been duly warned. How can the international community respond to migration in manners that preserves the human dignity of migrants? Perhaps the most important way that the international community can address migrations is to remove some of the causes linked to the climate. Improved preparation for disasters, diversification of subsistence systems, reversal of environmental degradation and land tenure security may increase the adaptive capabilities of vulnerable communities. Additionally, those who do migrate will need policies that insure safe migration routes, legal protection and economic integration.

This 15th issue of Sustainability in Debate (SeD) (volume 7, number 1) offers nine articles, three Book Reviews, one Debate, and one Gallery. Each piece makes its own type of contribution to expand and elucidate the debate over sustainability in this complex post-Cop 21 scenario. There are, however, several convergence points – such as global environmental changes, sustainable agriculture, reuse of products and materials, and indicators of sustainability – which bring together several topics and provide a balanced set of analyses.

The article *Energias Renováveis e Segurança Hídrica: a energia termossolar como alternativa para a dessalinização da água do mar no Norte da África e Oriente Médio* [Renewable Energies and Water Security: Thermo Solar Energy as an Alternative for Seawater Desalination in North Africa and the Middle East], by Luiz Enrique Souza and Leila Ferreira, deals with water scarcity in countries located in North Africa and the Middle East. This scarcity tends to become more serious on account of climate change. In this context, the text discusses actions aimed at relieving the stress of water scarcity in these areas, giving special attention to seawater desalination processes.

The article *Segurança Alimentar e Mudanças Ambientais Globais: uma análise no contexto da sociedade brasileira* [Food Security and Global Environmental Change: an Analysis in the Context of Brazilian Society] also deals with scarce resources. It points out that that agriculture is part of both the causes and consequences of global environmental changes. Approaching food systems with a holistic purview, Camille Nolasco, Myanna Lahsen and Jean Pierre Ometto review the literature in order to provide a context for the topic and to identify the risks that threaten food security in Brazil. They also point out possible mitigation and adaptive measures required by food security in Brazil.

Adriana Martins and co-authors, in *O Problema do Pós-consumo do Coco no Brasil: Alternativas e Sustentabilidade* [The Post-consumption Problem of Green Coconut in Brazil: Alternatives and Sustainability], study the general aspects of the coconut industry and its sub-products. They seek to identify the origin of the sub-products of coconut processing and the consequences of the production process for rural and urban management. Their goal is to provide a theoretical overview of the possible reuse of these sub-products. They provide a context for the topic by discussing the concept of sustainable development as applied to product design.

Integração Lavoura-Pecuária-Floresta no Brasil: uma estratégia de agricultura sustentável baseada nos conceitos da Green Economy Initiative [Crop-Livestock-Forestry Integration in Brazil: a sustainable agriculture strategy based on the concepts of Green Economy Initiative], by Júlio Reais, Renato Rodrigues, Marcela da Conceição and Carolinna Martins, seeks to insert the principle of agricultural organization based on the integration of crops-animal husbandry-forestry in the discussions about the need to change current productive models. For this purpose, they use the guidelines and the concepts related to the Green Economy Initiative (GEI), as proposed by the United Nations Environmental Program (UNEP).

Oscar Mistage-Henríquez and Patrícia Bilotta, in *Panorama da contabilização de emissões de gases de efeito estufa do setor industrial brasileiro* [Overview of greenhouse gas emission accounting in the Brazilian industrial sector], examine how greenhouse gas emissions by transformation industries are measured, with special attention given to the voluntary participation of the industries, in the context of the goal of reaching emission goals defined by Brazil's National Climate Change Policy. The measurement tool used by the authors is the inventory program GHG Protocol Brazil and in the international program Carbon Disclosure Project (CDP), between 2008 and 2014.

Adopting the same analytical perspective, Alberto Fonseca and Frederico Leite wrote *Avaliação das metodologias de compensação ambiental utilizadas no licenciamento ambiental de cinco estados brasileiros* [Evaluation of environmental offset methodologies required by the environmental licensing systems of five Brazilian States], in which they examine the different ways used by five Brazilian states (Amazonas, Bahia, Mato Grosso do Sul, Paraná and Rio de Janeiro) to compute totals of the monetary environmental compensation to be paid by infrastructure and productive enterprises; these resources are to be used to fund the creation and maintenance of protected areas. They used the method of qualitative and descriptive theoretical assessment of the relevant literature and of state environmental laws.

Robson Teixeira and Rodrigo de Souza wrote *Utilização do Conhecimento no Desenvolvimento Econômico: análise de empresas de tecnologia da informação com foco na economia sustentável* [Use of Knowledge in Economic Development: An Analysis of Information Technology Companies with a Focus on Sustainable Economy], in which they seek to assess how knowledge has been used in sustainable economic development programs. The article explains how five businesses work with information technology. They examined, using a qualitative lens, the relevance of these businesses in Brazil's economic scenario and the manners by which they deal with the product "knowledge".

Leander Klein, Glauco Rodrigues Mirela Tonetto and Eugênio Simonetto, the authors of *Uso de Resíduos de Pneumáticos Inservíveis na Produção de Concreto Para Blocos: uma simulação*

computacional [The Use of Tire Waste in the Production of Concrete Blocks: computer-based simulation models], build a model for using spent tires in the manufacture of interlocked concrete blocks. Their methodology employs computational simulations of the variations recorded in the basic constituent elements of concrete blocks when they receive additions of tire residues. Two scenarios are built in order to project results. Data were obtained by using the software Vensim.

The last article, entitled *Compósitos a partir de materiais de fontes renováveis como alternativa para o desenvolvimento de produtos* [Composites from renewable sources as an alternative for product development], written by Eliana Calegari and Branca de Oliveira, presents the results of a case study concerning products that incorporate composites generated by resources taken from renewable sources. They show that these composites are being applied mainly in packages, in the manufacture of gardening tools, and in plant vases.

Our Debate section contains the conclusions of a rich exchange of ideas that occurred in the workshop “Sustainability in Higher Education based on the observation of the Global South”, held by the Premji Azim University between January 12 and 14, 2015, in Bangalore, India. The international workshop sought to explore how sustainability science can best be integrated in undergraduate, graduate and professional courses. Participants also discussed ways to allow students from different disciplinary and geographical origins to imagine, conceptualize e implement sustainability in their distinct personal and professional contexts.

This issue contains three book reviews, all of them linked to scientific writing. Andrés Burgos Delgado examines the book *Writing Scientific Papers in English Successfully: Your Complete Roadmap*, by Ethel Schuster, Haim Levkowitz and Osvaldo Oliveira Jr. The text resulted from two decades of research and teaching about scientific writing in the English language by academicians who do not have English as their native language. The authors focus mainly on software tools that they developed aimed at helping these academicians write high quality academic texts in English.

Elimar Pinheiro do Nascimento wrote a review of the Portuguese language edition of the famous North American sociologist Howard S. Becker's influential book *Tricks of the Trade: How to Think about Your Research While You're Doing It*.

The third review, by Lídia Rogatto, reviews *Vocabulário ambiental infanto-juvenil* [Infant and Juvenile Environmental Vocabulary], a book written by Otávio Borges Maia. The reviewer stresses that the book defends the perspective that it is necessary to reinforce the ties between child education and environmental epistemology do that scientific texts on the natural environment can be more easily understood by young readers.

Finally, this issue's Gallery is dedicated to the wonderful and mysterious world of bats. Precious photos and an engaging text written by Wilson Uieda and Angelika Bredt give due credit to these neglected agents of sustainability. These flying mammals, present on our planet for more than 52 million years, have diversified into a phenomenal number of species. Among mammals, only rodents have more species than bats.

Again we invite our readers to do us the honor of submitting their research and review texts, taking into account our editorial guidelines. Also, readers interested in helping us in the process of peer reviewing submitted texts may sign up in our site as reviewers.

Good reading to all!

The Editors



Energias Renováveis e Segurança Hídrica: a energia termossolar como alternativa para a dessalinização da água do mar no Norte da África e Oriente Médio

Renewable Energies and Water Security: Thermo Solar Energy as an Alternative for Seawater Desalination in North Africa and the Middle East

Luiz Enrique Vieira de Souza*

Leila da Costa Ferreira**

* Pós-doutorando em Sociologia Ambiental na School of Electrical Engineering, Beijing Jiaotong University, Beijing, China.
End. Eletrônico: lenriquesol@yahoo.com.br

**Professora Titular da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Instituto de Filosofia e Ciências Humanas (IFCH/Unicamp), Campinas, São Paulo, Brasil.
End. Eletrônico: leilacf@unicamp.br

doi:10.18472/SustDeb.v7n1.2016.15660

Recebido em 02.07.2015

Aceito em 19.02.2016

ARTIGO - VARIA

RESUMO

Os fenômenos associados às mudanças climáticas, com os prognósticos de crescimento econômico e aumento populacional, tendem a agravar a escassez de água que afeta a quase totalidade dos países do Norte da África e do Oriente Médio. Com base em uma análise crítica do relatório “ACQUA-CSP”, discutiremos as iniciativas destinadas a mitigar o estresse hídrico nessas regiões, com especial ênfase para os processos de dessalinização da água do mar. O argumento principal consistirá em apontar o uso da energia termossolar enquanto estratégia sustentável para o aumento do fornecimento de água, uma vez que as usinas de dessalinização atualmente operantes funcionam com base no uso de combustíveis fósseis. A conclusão salientará que para uma gestão exitosa dos recursos hídricos, as soluções de engenharia e infraestrutura devem ser orientadas por instituições democráticas capazes de mediar os conflitos pela alocação dos recursos hídricos.

Palavras-chave: Segurança Hídrica. Mudanças Climáticas. Dessalinização. Tecnologia CSP. Eficiência Alocativa.

ABSTRACT

Climate change-related events, added to estimations about economical and population growth – tend to aggravate water scarcity, which is already affecting almost every country in the North of Africa and the Middle East. Based on a critical analysis of the “ACQUA-CSP” report, we discuss the initiatives devoted to the mitigation of water stress in these regions, with an emphasis on the seawater desalination processes. Since existing desalination plants are currently powered by fossil fuels, the use of thermo solar energy will be introduced as a sustainable strategy for the increase of water supply. We conclude that, in order to achieve the successful management of water resources, engineering and infrastructure solutions must be oriented by democratic institutions able to mediate conflicts over the allocation of water resources.

Keywords: Water Security. Climate Change. Desalination. CSP Technology. Allocative Efficiency.

1 INTRODUÇÃO: UM PANORAMA DO “STRESS HÍDRICO” NO NORTE DA ÁFRICA E ORIENTE MÉDIO

A etimologia da palavra “rival” deriva do latim rivalis, que se referia originalmente aos grupos que disputavam a água de rios ou correntes. Dado que o acesso a um patamar mínimo de recursos hídricos é uma condição necessária não apenas ao florescimento econômico e cultural de uma sociedade, mas o requisito primeiro do qual depende a própria manutenção biológica de seus integrantes, defrontamo-nos, ao longo da história, com uma profusão de circunstâncias em que o controle da água assumiu um caráter estratégico. Não por acaso, o poder de dispor sobre os recursos hídricos mostrou-se particularmente conflitivo naquelas áreas do planeta onde a água aparece como um bem escasso.

Embora seja um tema de importância mundial, a “crise da água” assume proporções mais dramáticas nas regiões em que as atividades humanas acarretam a poluição dos rios e aquíferos, ou naquelas onde a relação entre o fator demográfico e o volume de água potável conforma uma situação de “stress hídrico”. Levando-se em consideração que o Oriente Médio e o Norte da África contam com apenas 0,7% da água potável do mundo e que as taxas de crescimento populacional ali registradas são muito superiores à média internacional, existem motivos concretos para que se encarem com preocupação os alertas quanto ao recrudescimento da competição por água, inclusive os cenários que apontam para o desdobramento militar da hidropolítica nessa porção do globo (BAKIR, 2001; GLEICK, 1993).

A percepção de que estamos a discorrer sobre uma região sem paralelo em termos de “insegurança hídrica” confirma-se pelo fato de que, entre os 20 países mais afetados pela escassez de água em todo o mundo, nada menos do que 14 localizam-se nos territórios áridos e semiáridos do Oriente Médio e Norte da África. Ao sul do Mediterrâneo, apenas Iraque, Irã, Síria e Líbano encontram-se acima do “limiar de pobreza hídrica”¹, estabelecido como um mínimo anual per capita de 1000 metros cúbicos. Em 2010, oito países sofriam ali de “stress hídrico absoluto”, cenário caracterizado por disponibilidade de água inferior a 500 metros cúbicos por pessoa ao ano, sendo que Argélia, Jordânia e Palestina representam situações-limite em que a média de consumo não alcança sequer a média de 200 metros cúbicos por habitante (WORLD BANK, 2012; DLR, 2007).

Do ponto de vista ambiental, a gravidade da escassez reflete-se na superexploração dos reservatórios de “água fóssil”². Isso porque as populações locais recorrem sistematicamente à água subterrânea para contornar os deficits hídricos – estratégia que acarreta a depleção dos



aquíferos e pode levar à contaminação por água salgada em virtude da diminuição do nível dos reservatórios. Na Jordânia, o bombeamento de poços chegou a diminuir o fluxo de água dos rios Yarmouk e Zarqa, trazendo prejuízos para a fauna e flora do entorno de suas bacias (TRIEB; NOKRASCHY, 2008; CEDARE, 2006). Já do ponto de vista sociopolítico, a “crise da água” enquadra-se no modelo teórico conhecido como “tragédia dos comuns”, pois, em vez de uma postura cooperativa que permita o gerenciamento sustentável de um bem escasso, as partes envolvidas não raramente buscam reservar para si a maior quantidade de recursos hídricos em detrimento de seus vizinhos, incorrendo assim em uma atitude predatória que desencadeia novos conflitos ou acirra as animosidades preexistentes (HARDIN, 1968).

Os inúmeros registros acerca da competição por água potável atestam que as disputas podem ser travadas entre diferentes grupos no interior de uma mesma nação ou transbordar as fronteiras dos Estados, de modo que os desacordos relativos ao uso da água podem tanto restringir-se ao plano local quanto ganhar a dimensão de impasse diplomático prenhe de consequências geopolíticas. No entanto, seja qual for a amplitude desses antagonismos, eles trazem consigo o risco de que a competição por um bem vital escasso degenere em conflito armado. Um exemplo que corrobora essa afirmação pôde ser observado nos arredores da cidade de Taiz, no Iêmen, onde uma alteração entre dois vilarejos sobre as prerrogativas de uso da água estendeu-se por quatro anos e resultou na morte de cinco pessoas³.

Por outro lado, as reivindicações conflitantes quanto à alocação do volume de água dos rios que cortam os territórios de vários países levam os governos a enquadrar o gerenciamento dos recursos hídricos como um problema de “segurança nacional”. O Oriente Médio e o Norte da África possuem três rios internacionais cruciais para o desenvolvimento econômico de diferentes povos e que têm sido fonte de embates diplomáticos e militares: Nilo, Tigre-Eufrates e Jordão.

Embora atravesse nove países ao longo de seus 6.650 km, apenas Egito e Sudão chegaram a um entendimento mínimo sobre as águas do Nilo. A discrepância salta aos olhos quando se tem em mente que 97% do Nilo serve às necessidades da população egípcia, ao passo que a Etiópia, onde se localizam as fontes que abastecem 86% do Nilo, não consegue alocar água em quantidade suficiente para irrigar suas lavouras e com isso garantir a segurança alimentar de seus mais de 80 milhões de habitantes. A explicação para que essa contradição perdure sem que haja uma declaração de guerra contra o Egito reside no fato de que nenhum dos países prejudicados encontra-se à altura dos egípcios em termos militares (KISER, 2000; LONERGAN, 1997).

A resistência da Síria e do Iraque aos projetos desenvolvidos pela Turquia desde os anos 1950 a montante dos rios Tigre-Eufrates indica, por seu lado, que desavenças em torno da alocação das águas de rios internacionais podem sofrer uma amplificação quando conjugadas a pendências de outras ordens. Inicialmente, os protestos dos governos sírio e iraquiano foram motivados pelos planos de desenvolvimento no sudeste da Anatólia, onde os turcos pretendiam construir 22 barragens que viabilizariam grandes empreendimentos de irrigação e energia. Síria e Iraque alegaram, então, que as intervenções da Turquia diminuiriam não somente o fluxo, mas também a qualidade das águas do Tigre-Eufrates que eles entendiam caber-lhes por direito. Essa questão arrastou-se por décadas, pois a aprovação popular a tais projetos transformou-os em pré-requisito para o sucesso eleitoral dos partidos políticos na Turquia. Além disso, a elaboração de um acordo entre as partes viu-se dificultada pela confusão entre gerenciamento de recursos hídricos e questões étnicas. Os turcos procuraram desqualificar a demanda de seus oponentes argumentando que, especialmente no caso da Síria, o problema da água não era senão uma fachada que encobria o apoio logístico à causa dos separatistas curdos (ÇARKOGLU; EDER, 2001).

No entanto, talvez não haja exemplo mais nítido de como o tema da “segurança hídrica” pode provocar uma escalada militar do que o conflito árabe-israelense. Mesmo que se trate de um intrincado problema envolvendo diferenças religiosas, étnicas, territoriais, geopolíticas e econô-

micas, é fato que a importância estratégica do controle sobre a bacia do Rio Jordão dificultou enormemente o andamento das negociações de paz. Mais do que isso, tornou-se recorrente entre especialistas o uso da expressão “imperativo hidráulico” para explicar as ações militares de Israel na Jordânia, Líbano, Síria e Cisjordânia em prol do controle dos recursos hídricos para o desenvolvimento de sua economia, em particular da irrigação de seus empreendimentos agrícolas no deserto de Negev (SANDERS, 2008).

Com base em sua imensa superioridade militar, Israel adotou uma política bastante contraditória na solução das disputas pelos recursos hídricos da região, baseando-se no conflito armado para reagir às obras de engenharia hidráulica planejadas por seus vizinhos – como construção de barragens e desvio de rios – e apoiando-se também na força para implementar aquelas obras que garantiriam a irrigação de suas próprias plantações ou a expansão de seus assentamentos na Cisjordânia (WOLF, 1995). A ocupação das Colinas de Golã, na Síria, a invasão do Líbano motivada pelo controle do Rio Litani e os atritos com a Jordânia pelas águas do Yarmouk ilustram, assim, uma concepção de “segurança hídrica” como “jogo de soma zero”, que lança por terra os critérios referenciados nos princípios de cooperação, além de reforçar aqueles aspectos emocionais que impõem obstáculos ao entendimento mútuo.

Considerando-se, portanto, as tensões que envolvem a escassez de água no Oriente Médio e Norte da África, o eixo das reflexões que serão apresentadas ao longo das páginas seguintes consiste na avaliação de possíveis saídas para o déficit hídrico nessas regiões. A procura por soluções racionais que evitem o colapso baseia-se na constatação de que a persistência do cenário business as usual no campo das práticas e tecnologias empregadas para o gerenciamento hídrico tende a agravar ainda mais a falta de água. Isso porque as consequências das transformações sociais que se desenham para as próximas décadas, associadas aos prognósticos das mudanças climáticas, indicam a conformação do cenário mais temido pelos formuladores de políticas públicas, isto é, aumento da demanda por água com a diminuição dos recursos hídricos naturais (SADOFF; MULLER, 2010; DLR, 2007).

Na próxima seção, apresentaremos uma definição para o conceito de “segurança hídrica” e uma série de medidas racionais para o gerenciamento integrado dos recursos hídricos. Essas intervenções consistem em uma série de medidas técnicas para a equação do problema da falta de água no Oriente Médio e Norte da África, tendo em vista os impactos das mudanças climáticas e a pressão de fatores socioeconômicos em relação à oferta desse bem escasso. Ao longo da seção três, discutiremos com mais detalhes as possíveis simbioses entre energias renováveis e segurança hídrica, enfatizando a importância estratégica da energia termossolar enquanto uma alternativa sustentável para a dessalinização da água do mar. Essa proposta constituirá o núcleo argumentativo deste artigo, de modo que na seção quatro nos dedicaremos a uma apresentação das tecnologias que viabilizam o processo de dessalinização, assim como uma avaliação de seus impactos ambientais.

Nossa pesquisa embasou-se na leitura de uma série de artigos e relatórios técnicos escritos com o propósito de fundamentar as políticas públicas para a segurança hídrica ao sul do Mediterrâneo. Ao final desse levantamento, verificamos que o estudo “ACQUA-CSP”, conduzido pelo Centro Aeroespacial Alemão (DLR) e publicado em 2007, comportava uma análise abrangente e baseada em princípios de cooperação internacional para o gerenciamento integrado dos recursos hídricos. Por essas razões, a análise desse estudo de viabilidade servirá de fio condutor para a apresentação de nossos argumentos. No entanto, nossas conclusões apontam para uma incorporação crítica das propostas desenvolvidas pelo Centro Aeroespacial Alemão, na medida em que sua abordagem possui um viés “tecnicista” que desconsidera a importância do fortalecimento institucional e da participação democrática para o aumento da resiliência social e para a implementação de medidas adaptativas que respondam aos prognósticos de acirramento da escassez de água nessas regiões.



2 SOLUÇÕES RACIONAIS PARA A MITIGAÇÃO DO STRESS HÍDRICO À LUZ DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E DA PRESSÃO DOS FATORES SOCIOECONÔMICOS SOBRE A DEMANDA POR ÁGUA

Desde meados dos anos 1990, o conceito de “segurança hídrica” foi objeto de discussões entre especialistas de diferentes áreas do conhecimento e submetido a controvérsias e revisões (COOK; BAKKER, 2012). Ao longo deste artigo, deixaremos de lado as versões mais restritas e antropocêntricas que definem segurança hídrica com foco na quantidade disponível de água para usos humanos e suas interconexões com o conceito de “segurança alimentar”, em favor de uma perspectiva mais abrangente que inclua preocupações relativas à qualidade da água, saúde humana e resiliência dos ecossistemas. A solução oferecida pela Parceria Global da Água (GWP) contempla essas dimensões na medida em que define segurança hídrica – seja no âmbito local ou global – como os “meios para que cada pessoa tenha direito à água potável a preços acessíveis para uma vida limpa, saudável e produtiva – ao mesmo tempo em que se garanta a proteção e melhoria do ambiente natural” [(VAN BEEK; ARRIENS, 2014), tradução minha].

Paralelamente, a noção de “gestão integrada dos recursos hídricos” deve ser entendida como a dimensão operacional do conceito de “segurança hídrica” e levar em conta não apenas uma avaliação criteriosa do presente, mas também do futuro a longo prazo, especialmente tendo-se em vista os prognósticos relativos às mudanças climáticas (SADOFF; MULLER, 2010). Segundo as conclusões do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), os fatores climáticos devem sofrer alterações radicais no Oriente Médio e Norte da África. De modo geral, projeta-se um aumento das temperaturas médias que ocasionará uma maior demanda evapotranspirativa. Em combinação com esses fenômenos, o decréscimo esperado nas taxas de precipitação tornará ainda mais severa a escassez de água nessas regiões. Ali, a média dos recursos hídricos renováveis equivalia, entre 2000 e 2009, a 250 quilômetros cúbicos, mas as previsões indicam uma queda de 0,6 quilômetro cúbico por ano até 2050 (DROOGERS *et al.*, 2012; IPCC, 2007).

Presentemente, a demanda por água das populações do Oriente Médio e Norte da África já supera a oferta de recursos hídricos renováveis em cerca de 20%, e as estimativas apontam que esse gap quintuplicará até 2050 (IPCC, 2007). As principais responsáveis pelo agravamento desses balanços hídricos serão as transformações socioeconômicas, pois o aumento vertiginoso da demanda será impulsionado pelos saltos demográficos e pela aceleração da atividade industrial. Na metade do século, a região abrigará uma quantidade de pessoas cerca de duas vezes maior do que o número de habitantes registrado no ano 2000. Os maiores incrementos em termos proporcionais serão verificados na Península Arábica, onde a curva ascende dos atuais 50 milhões para 130 milhões de habitantes em 2050 (UN, 2013).

Além disso, os prognósticos econômicos assinalam mudanças na grandeza e na composição do Produto Interno Bruto (PIB). Caso as projeções do Banco Mundial se confirmem, o PIB da região saltará dos correntes US\$ 1,6 trilhão para US\$ 19 trilhões em 2050 e, embora uma parcela desse ganho advenda da produção de bens imateriais, é inegável que a economia continuará a ter uma dimensão material que impactará sobre o consumo de água. Mesmo com os ganhos de eficiência que se deseja alcançar nesse intervalo, o consumo hídrico do setor industrial chegaria a 41 quilômetros cúbicos por ano, duas vezes o volume de água consumido em 2010 (WORLD BANK, 2012).

Cabe ainda sublinhar que uma parcela cada vez mais significativa da população viverá em cidades⁴, onde o estilo de vida baseia-se em práticas e modos de consumo que requerem usos mais intensivos da água. Por isso, fazem-se necessários instrumentos de monitoramento ambiental para que a aceleração do metabolismo econômico não acarrete a produção de um maior volume de substâncias poluentes, que contaminariam as reservas de água, tal como se verificou em repetidos exemplos de processos de industrialização.

Um critério racional para a gestão integrada dos recursos hídricos é o que prevê a combinação sequenciada de intervenções múltiplas, segundo a qual as primeiras medidas a serem levadas a cabo são justamente aquelas que demandam menos custos financeiros e que produzem o mínimo de impactos ambientais. Por isso, não obstante o foco dos argumentos subsequentes seja avaliar os potenciais das usinas termossolares para a dessalinização da água do mar no Norte da África e Oriente Médio, entende-se que tal medida seja tratada como *ultima ratio*, pois não seria razoável investir enormes somas para construí-las sem que antes fossem tomadas providências para assegurar ganhos de eficiência que minimizem os desperdícios contabilizados (TRIEB, 2008; JOBSON, 1999).

Vale lembrar que as perdas no fornecimento municipal e industrial encontram-se, no Oriente Médio e Norte da África, muito acima das médias internacionais. Tomados em conjunto, os países da região desperdiçam algo entre 30% e 50% da água consumida pelas residências e indústrias, ao passo que já existem tecnologias que permitem uma redução das perdas físicas a 10% do total (TRIEB, 2009). Também é fundamental que as melhores práticas disponíveis sejam implantadas na agricultura, pois esse setor responde por nada menos do que 88% do consumo de água das populações em questão. Os governos locais poderiam, então, criar uma rede de comunicação meteorológica que ajudasse os agricultores a integrar os dados de temperatura e índices pluviométricos ao sistema de irrigação de suas lavouras. Suporte técnico de engenheiros-agrônomo permitiria ainda definir a quantidade ótima de recursos hídricos e o grau de salinidade da água de acordo com a especificidade de cada variedade cultivada.

Outra abordagem destinada a melhorar os balanços hídricos do setor agrícola é aquela vinculada à “eficiência alocativa” das plantações. Trata-se de um procedimento racional que orienta a seleção dos cultivos, de forma que a decisão sobre o que plantar é realizada com base na tentativa simultânea de maximizar o retorno econômico e minimizar o dispêndio de água. Em vez de plantarem melões (consumo intensivo de água e baixo valor de mercado), os agricultores optariam pelo cultivo de flores e vinhos (baixo consumo de água e alto valor de mercado)⁵. De acordo com essa lógica, seria mais razoável que as variedades de alimentos que demandam grande volume de irrigação fossem importadas daqueles países onde a escassez de água não é uma questão premente. No entanto, iniciativas dessa natureza precisam levar em consideração fatores de ordem cultural, pois, além da busca por uma relativa independência alimentar, diversas comunidades atribuem grande valor simbólico à produção de certas culturas intensivas do ponto de vista do consumo hídrico, como os cereais e, mais particularmente, o trigo (JOBSON, 1999; GLEICK, 1993).

Aproveitar ao máximo os recursos hídricos escassos significa também assegurar que os dejetos sejam propriamente tratados para que uma parcela da água consumida possa ser reutilizada. Mesmo quando o grau de pureza da “água de reúso” não seja apropriado para o consumo humano, ela pode ser aproveitada para a refrigeração de equipamentos industriais, por exemplo. Calcula-se que a adoção da “água de reúso” representaria uma economia de 50% no consumo doméstico e industrial (TRIEB, 2009; DLR, 2007).

Apesar da abrangência dessas medidas, o estudo “ACQUA-CSP” concluiu que elas não são suficientes para responder às crescentes pressões por recursos hídricos ao sul do Mediterrâneo. Em vista desses limites, a próxima seção apresentará a dessalinização da água do mar enquanto aspecto complementar, e as alternativas do ponto de vista energético para que esse procedimento seja efetuado de acordo com critérios de sustentabilidade.



3 O USO DA ENERGIA TERMOSSOLAR COMO ESTRATÉGIA SUSTENTÁVEL PARA A DESSALINIZAÇÃO DA ÁGUA DO MAR

De acordo com uma pesquisa realizada pelo Centro Aeroespacial Alemão (DLR) sobre a questão hídrica no Oriente Médio e Norte da África, a implementação das medidas discutidas no tópico anterior acarretaria uma economia anual de 50 bilhões de metros cúbicos. No entanto, mesmo levando-se em conta os consideráveis ganhos previstos nesse cenário de extrema eficiência, os países da região ainda padeceriam, em 2050, de um déficit de 100 bilhões de metros cúbicos ao ano (DLR, 2007). Em vista disso, o DLR conclui que os governos locais serão compelidos, em maior ou menor grau, a recorrer aos processos de dessalinização da água do mar para equacionar o problema da falta de água em seus respectivos países:

Nossa análise mostra claramente que medidas para incrementar a eficiência do uso e distribuição da água são vitais para a região, mas insuficientes para cobrir a crescente demanda de maneira sustentável. A situação no Oriente Médio e Norte da África depois de 2020 irá tornar-se insuportável se contramedidas adequadas não forem iniciadas a tempo. O recurso a fontes de água novas e não convencionais será imperativo, e a dessalinização da água do mar via energia solar concentrada é a única opção tangível que pode lidar seriamente com a magnitude desse desafio [(DLR, 2007, p. 5), tradução nossa].

Na realidade, a dessalinização da água do mar em larga escala é uma alternativa que remonta à década de 1970. Metade da capacidade instalada desde então se localiza no Oriente Médio, sendo que pelo menos três quartos da água consumida no Bahrein, Kuwait, Qatar e Emirados Árabes Unidos são fornecidos por usinas de dessalinização (WORLD BANK, 2012). Por razões que a essa altura já serão óbvias ao leitor, Oriente Médio e Norte da África são as porções do globo onde se espera o crescimento mais acelerado no futuro próximo de empreendimentos voltados para a transformação da água salgada em recurso potável.

Admitindo-se que a dessalinização da água do mar assumirá cada vez mais importância enquanto política pública, o foco das atenções desloca-se, então, para as fontes de energia que garantirão o funcionamento dessas usinas. A Arábia Saudita queima diariamente cerca de 1,5 milhão de barris de petróleo para assegurar a produção de eletricidade e água potável. Conforme a demanda por água aumentar, esse número pode subir para 8 milhões de barris, caso medidas de eficiência não forem implementadas (DAMERAU *et al.*, 2011; LAMEI *et al.*, 2008). Outros países, como Líbia e Argélia, também são fortemente dependentes dos processos de dessalinização e recorrem a fontes de energia convencionais para satisfazer o abastecimento de água.

Contudo, não há como negar que a dessalinização via combustíveis fósseis acarreta consequências desastrosas tanto do ponto de vista econômico quanto ambiental e, por conseguinte, representa uma falsa solução para a escassez de água. A primeira objeção reside no fato de que petróleo e gás natural são recursos finitos que a sociedade industrial absorve com irrefletida voracidade. Isso significa que, mesmo com períodos eventuais de baixa, o preço dessas commodities tenderá a subir vertiginosamente e o abastecimento se tornará paulatinamente mais irregular. Já o segundo problema refere-se à incongruência entre o uso intensivo de combustíveis fósseis e a urgência da redução da emissão de gases responsáveis pelo efeito estufa. No cenário business as usual, a obtenção de água potável implicaria um enorme acréscimo ao volume de emissões de CO₂⁶ e catalisaria as mudanças climáticas já em curso.

Uma vez que os riscos associados à energia nuclear também são incompatíveis com os pressupostos ambientais, conclui-se que a única alternativa sustentável para viabilizar a dessalinização da água do mar seria garantindo que a energia consumida nesse processo advenha de fontes limpas e renováveis. Com efeito, as energias maremotriz e eólica indicam caminhos ecologicamente adequados para o fornecimento da eletricidade necessária aos procedimentos de dessalinização (HE; YAN, 2009; LINDEMANN, 2004). No entanto, a abundância de irradiação solar nos

desertos do Oriente Médio e Norte da África, assim como as vantagens associadas à tecnologia termossolar (possibilidade de armazenamento para os dias de céu nublado ou período noturno, por exemplo), levaram os cientistas do Centro Aeroespacial Alemão à conclusão de que as tecnologias CSP despontam como a opção mais racional para alimentar as usinas de dessalinização:

Uma usina termossolar de 200 MW com 7.500 horas de operação com carga máxima ao longo do ano sob as condições econômicas e meteorológicas de Dubai, por exemplo, forneceria aproximadamente 1,5 bilhão kWh/ano de eletricidade e 60 milhões m³ de água potável ao custo de aproximadamente 0,043€/kWh e 1,30€/m³, respectivamente. Isso seria água suficiente para 50 mil pessoas e eletricidade para 250 mil pessoas” [(TRIEB *et al.*, 2002, p. 42), tradução nossa].

Esses estudos serviram como base para que uma rede internacional de cientistas criasse, em 2009, a Desertec Foundation, cujo intuito é estimular simbioses entre as iniciativas voltadas para a “segurança hídrica” e o aproveitamento dos recursos de energia renovável das regiões desérticas (AQUA-CSP). A ideia central do “projeto Desertec” para a região do Mediterrâneo consiste, desde então, na instalação de usinas termossolares nos países do Oriente Médio e Norte da África. Além de responder à crescente demanda energética desses países, a tecnologia CSP ensinaria a cooperação com os países europeus, que importariam uma parcela da energia limpa produzida ao sul do Mediterrâneo como estratégia para atingirem suas metas de redução das emissões de carbono. A outra faceta do “projeto Desertec” estaria, portanto, direcionada à instrumentalização da tecnologia CSP em favor da mitigação do stress hídrico nessas regiões de acordo com uma estratégia em que o aumento da oferta de água fosse obtido com o menor prejuízo ambiental (TRIEB *et al.*, 2009; DLR, 2007).

A próxima seção será dedicada a uma breve apresentação dos mecanismos tecnológicos que viabilizariam a dessalinização da água do mar com base no aproveitamento de energia termossolar. Os aspectos tecnológicos serão analisados em função de seus impactos ambientais e das intervenções capazes de mitigar os prejuízos ecológicos do processo de dessalinização.

4 MECANISMOS TECNOLÓGICOS DAS USINAS DE DESSALINIZAÇÃO E UMA AVALIAÇÃO DE SEUS IMPACTOS AMBIENTAIS

Inicialmente, o objetivo do Centro Aeroespacial Alemão consistiu em definir, entre os diversos métodos de dessalinização existentes, quais os mais apropriados para os contextos do Oriente Médio e Norte da África. Mesmo sublinhando a relevância daquelas tecnologias que permitem abordagens descentralizadas e em pequena escala, o foco do DLR concentrou-se nos métodos de dessalinização térmica e mecânica que produzem grandes volumes de água potável. As intervenções descentralizadas revelam-se especialmente apropriadas para atender às necessidades de pequenas comunidades que habitam as regiões de difícil acesso e menor infraestrutura. No entanto, a seleção tecnológica do DLR restringiu-se àqueles procedimentos que seriam capazes de responder à demanda hídrica dos grandes centros urbanos e que, além disso, pudessem efetivamente funcionar de maneira combinada com as usinas de energia termossolar.

A tecnologia de dessalinização mais difundida ao redor do mundo, e particularmente no Oriente Médio, é a denominada Multi-Stage Flash Desalination (MSF). Em 2007, 58% da capacidade instalada mundialmente consistia em aplicações do método MSF, sendo que Arábia Saudita, Emirados Árabes Unidos e Kwait ainda figuram como alguns dos países que mais lançam mão desse recurso tecnológico (DROOGERS *et al.*, 2012; LAMEI *et al.*, 2008). Apesar disso, os responsáveis pelo estudo do DLR avaliaram que o MSF não seria a melhor alternativa para as futuras usinas de dessalinização, pois os desenvolvimentos recentes no campo das técnicas de dessalinização



tornaram o consumo de energia dos métodos conhecidos como Multi-Effect Desalination (MED) e Reverse Osmosis (RO) consideravelmente menos intensivo que o processo MSF.

Assim como o MSF, o arranjo Multi-Effect Desalination funciona como um processo de destilação térmica. Trata-se de um circuito de tubos, no qual a água do mar é lançada inicialmente a uma temperatura de 70°C. A cada estágio, uma parcela da água evapora e o vapor assim obtido é utilizado para diminuir a temperatura de evaporação no estágio seguinte. As diferenças de temperatura e pressão entre os estágios tornam o processo mais econômico em termos energéticos e também operam o bombeamento da água condensada e do sal para fora do sistema, nos respectivos locais onde são coletados (DLR, 2007).

Ao contrário das técnicas MSF e MED, no procedimento de “osmose reversa” a dessalinização da água do mar não é obtida por meio da destilação. Ela ocorre graças a uma membrana que é permeável à água, mas retém os íons salinos. Em vez de consumir energia na forma de calor, a RO baseia-se no consumo de eletricidade para submeter a solução salina a uma pressão maior que a pressão osmótica do próprio soluto. A quantidade de eletricidade envolvida nesse processo aumenta conforme o grau de salinidade da água, característica que favorece a utilização da RO no tratamento de água salobra, mas que encarece o produto final se aplicada a águas que possuem alto grau de salinidade, como o Mar Vermelho, por exemplo (ELIMELECH; PHILLIP, 2011).

Ao fim e ao cabo, a pesquisa do DLR indicou que a combinação CSP/MED garante uma performance técnica ligeiramente superior em relação ao sistema CSP/RO. Essa pequena vantagem deve-se ao fato de que uma parte da energia utilizada no processo de destilação provém do “calor residual” oriundo do próprio funcionamento da usina termossolar. Assim, embora o consumo de energia primária e os custos associados à RO sejam inicialmente menores do que na dessalinização via MED, a possibilidade de acoplar esta última diretamente às usinas CSP reduziria o consumo do método de destilação, ao mesmo tempo em que diminuiria também a energia necessária para os mecanismos de resfriamento das usinas CSP⁷. De qualquer forma, tanto MED quanto RO são tecnologias comercialmente competitivas e ambas podem beneficiar-se do dinamismo das pesquisas voltadas, por um lado, para a maximização dos ganhos de eficiência e, por outro lado, para a redução dos custos financeiros e dos impactos ambientais (WORLD BANK, 2012; DLR, 2007).

Ao avaliar as modalidades de tecnologia CSP que já se encontram suficientemente maduras para uso comercial, o Centro Aeroespacial Alemão tomou como referência as versões “calha parabólica” e “Linear Fresnel” para a configuração do cenário “AQUA-CSP”. Apesar da maior experiência acumulada com as “calhas parabólicas”, os sistemas “Linear Fresnel” revelam-se atualmente mais promissores, pois seu formato demanda menores extensões de território e sua fabricação um menor volume de recursos naturais. Essa tecnologia ainda privilegia a integração das usinas termossolares com o meio ambiente na medida em que a sombra de seus painéis propicia o cultivo daquelas lavouras mais suscetíveis aos elevados índices de radiação solar (DLR, 2007).

A aposta nas tecnologias CSP enquanto parte da solução para a questão hídrica no Oriente Médio e Norte da África levantou, entretanto, um suposto paradoxo. Alegou-se que as necessidades de resfriamento características do funcionamento das usinas termossolares, com o fato de que os refletores devem estar sempre limpos para que o sistema alcance sua máxima eficiência, demandariam um volume de água grande o bastante para tornar o projeto incompatível com a realidade da escassez local. Assim, como resolver a falta de água com uma tecnologia que se baseia no uso intensivo da água? Ora, os portadores do “conceito Desertec” argumentaram que essas críticas revelam um desconhecimento das variações de recursos associáveis às tecnologias termossolares (TRIEB *et al.*, 2009). Com efeito, o resfriamento pode ser efetuado por

ar comprimido, ao passo que a limpeza dos refletores pode ser realizada “a seco” ou com água do mar. Tais mecanismos alternativos exigiriam um maior consumo energético, algo que não constituiria um obstáculo intransponível, tendo em vista a abundância de irradiação solar que pode ser captada no deserto do Saara, por exemplo.

Aliás, a preocupação com a dimensão ambiental levou os cientistas do DLR a incluir em sua pesquisa um estudo sobre os impactos decorrentes dos processos de dessalinização. Com base na técnica de “análise do ciclo de vida” – que procura examinar as consequências sobre a natureza desde a construção até o funcionamento e desativação das usinas de dessalinização – procurou-se identificar tanto os vetores de degradação ambiental como as possíveis iniciativas de mitigação desses impactos. “A análise mostrou que os impactos da operação de usinas convencionais podem ser reduzidos em quase 99% com o uso de energia solar, uma vez que eles são primordialmente causados pelo uso de combustíveis [fósseis]” [(DLR, 2007, p. 11), tradução minha].

No entanto, mesmo que a fonte de energia nesse caso poupe o meio ambiente da emissão de carbono, a própria dessalinização da água do mar recorre a procedimentos que acarretam certos impactos locais. Em primeiro lugar, a sucção da água resulta na absorção de organismos aquáticos, algo que pode afetar em maior ou menor grau a fauna marinha dependendo da velocidade e do volume de água sorvido pela usina. Além disso, o pré-tratamento da água costuma ser feito com aditivos químicos destinados a evitar corrosões e formação de limo na rede de tubos da usina. Cloro e outros biocidas utilizados na dessalinização constituem dejetos que, a partir de um determinado nível de concentração, também repercutirão negativamente sobre as populações marinhas. Por último, o descarte do sal ao fim do processo aumenta o grau de salinidade do ambiente aquático, perturbando o ciclo de vida das espécies mais sensíveis.

O uso de aditivos químicos e biocidas não deve, porém, ser encarado como um procedimento inexorável. A pré-filtragem pode ser aperfeiçoada aplicando-se dispositivos de nanofiltragem que retêm as partículas e organismos diminutos, tornando prescindível a utilização de substâncias químicas para o tratamento prévio da água. O ônus desse recurso consiste em uma maior demanda por energia, mas, visto que a energia termossolar figura como uma alternativa limpa e renovável, a nanofiltragem ofereceria uma alternativa viável para mitigar os efeitos da dessalinização (LATTEMANN; HÖPNER, 2008). Já o aumento do grau de salinidade das águas onde os resíduos são descartados pode ser contornado de maneira racional, inclusive aliando-se a preocupação ambiental com vantagens econômicas. Em vez de tratar o sal como dejetos, as companhias de dessalinização podem revendê-lo como matéria-prima para indústrias de ração animal, compostos químicos e farmacêuticos.

Além das iniciativas mitigatórias apresentadas, recomenda-se fortemente que se realize um minucioso estudo de impacto ambiental previamente à seleção da área em que uma usina será erigida. A escolha do lugar deve levar em consideração a diversidade da vida marinha e a presença de espécies ameaçadas, sendo preferíveis aquelas porções da costa onde o relevo e o movimento das marés facilitem a diluição do sal ou de qualquer outro composto que venha a ser descartado ao final do processo de dessalinização.

Em suma, a realização de um estudo de impacto ambiental que anteceda a instalação do complexo de dessalinização constitui um passo decisivo para que o processo se efetue de maneira sustentável. Contudo, o documento que o Banco Mundial dedicou à questão hídrica no Oriente Médio e Norte da África desconsidera esse imperativo, na medida em que a análise das condições ambientais locais é apresentada como uma etapa posterior à definição do local de construção de cada usina. “Como procedimento-padrão ótimo, uma vez que o lugar tenha sido identificado, é essencial que se conduza um detalhado estudo de impacto para se identificar e avaliar os efeitos ambientais (...) das usinas de dessalinização e energia renovável” [(WORLD BANK, 2012, p. 122), tradução e grifos nossos].



Embora transvestida de preocupação ambiental, essa formulação revela uma hierarquia de prioridades segundo a qual o momento decisório tem como linha mestra os fatores de ordem econômica. Ao invés de um imbricamento das racionalidades econômica e ecológica, percebe-se que a efetividade das medidas ambientais depende em grande medida de sua compatibilidade com os pressupostos da lógica financeira. Em uma palavra, a racionalidade ecológica não se desdobra consoante suas exigências intrínsecas, assumindo, pelo contrário, um papel coadjuvante e subordinado.

5 CONCLUSÃO

Um dos impactos mais severos das mudanças climáticas para o Oriente Médio e Norte da África consiste no agravamento da situação de stress hídrico. Com efeito, estima-se que o aumento das temperaturas médias provocará maior ressecamento do solo e da vegetação, com uma elevação da demanda evapotranspirativa. O volume dos rios ao sul do Mediterrâneo poderá ser reduzido em mais de 50% (SADOFF; MULLER, 2010) e, dessa forma, acirrar os conflitos hidropolíticos daquela região.

Em vista desse cenário, discutimos a importância de medidas racionais abrangentes para o gerenciamento integrado dos recursos hídricos, como a redução das perdas físicas, adoção das melhores práticas agrícolas, seleção de cultivos com base na noção de “eficiência alocativa”, tratamento apropriado dos dejetos industriais e aproveitamento da água de reúso. Contudo, nosso foco centrou-se na discussão do papel complementar da dessalinização da água do mar para o asseguramento da segurança hídrica ao sul do Mediterrâneo, com base no estudo de viabilidade realizado pelo Centro Aeroespacial Alemão (2007).

Em vista dos impactos relativos às mudanças climáticas e dos prognósticos socioeconômicos – aumento demográfico, urbanização e industrialização na maioria dos países do Norte da África e Oriente Médio –, o relatório “ACQUA-CSP” concluiu que a dessalinização da água do mar apareceria como uma medida imprescindível para o equacionamento da segurança hídrica. A alternativa para os gestores de políticas públicas consistiria, portanto, em garantir que a energia necessária para os processos de dessalinização fosse obtida por meio de tecnologias sustentáveis, em particular de usinas termossolares, dados os níveis privilegiados de irradiação solar nos desertos daquela região.

Porém, mesmo tendo apresentado o relatório “ACQUA-CSP” sob uma ótica positiva, nossas considerações finais colocam em relevo as limitações da abordagem desenvolvida pelo Centro Aeroespacial Alemão em função de seu viés estritamente técnico. As soluções de engenharia e infraestrutura são de vital importância para a garantia da segurança hídrica, mas esta depende igualmente do estabelecimento de instituições democráticas capazes de mediar os conflitos e as concessões relativas à alocação da água. Assim, embora o estudo em questão supere a escala nacional em busca de uma solução regional e transfronteiriça para a escassez, sua agenda para o gerenciamento integrado dos recursos hídricos é exclusivamente definida pelos experts (HABERMAS, 1969).

Além disso, o uso da energia termossolar contribui significativamente para a mitigação dos impactos ambientais do processo de dessalinização, mas não os elimina totalmente. Por essa razão, a dessalinização, mesmo quando realizada em larga escala, não equivale a uma superação absoluta do paradigma da escassez. Ainda que as soluções de engenharia por vezes alarguem os “limites do crescimento”, elas não estão em condições de rompê-los por completo, de modo que se fazem necessárias instituições políticas democráticas que estabeleçam os objetivos prioritários e os trade-offs relativos ao uso da água.

AGRADECIMENTO

Este artigo é resultado de uma pesquisa que conta com o auxílio da Fundação de Amparo à Pesquisa no Estado de São Paulo (Fapesp).

REFERÊNCIAS

BAKIR, H. Sustainable wastewater management for small communities in the Middle East and North Africa. **Journal of Environmental Management**, v. 61, p. 319-28, 2001.

ÇARKOGLU, A.; EDER, M. Domestic Concerns and the Water Conflict over the Euphrates-Tigris River Basin. **Middle Eastern Studies**, v. 37, p. 41-71, 2001.

CENTRE FOR ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT FOR THE ARAB REGION AND EUROPE. **Water Conflicts and Conflict Management Mechanisms in the Middle East and North Africa Region**. CEDARE, 2006.

COOK, C.; BAKKER, K. Water security: Debating an emerging paradigm. **Global Environmental Changes**, v. 22, p. 94-102, 2012.

DAMERAU, K. *et al.* Costs of reducing water use of concentrating solar power to sustainable levels: Scenarios for North Africa. **Energy Policy**, v. 39: p. 4391-98, 2011.

DEUTSCHES ZENTRUM FÜR LUFT – UND RAUMFAHRT/DLR. **Concentrating Solar Power for Seawater Desalination (AQUA-CSP)**. Stuttgart: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 2007.

_____. **Concentrating Solar Power for the Mediterranean Region (MED-CSP)**. Stuttgart: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 2005.

DROOGERS, P. *et al.* Water resources trends in Middle East and North Africa towards 2050. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 16, p. 1-14, 2012.

ELIMELECH, M.; PHILLIP, W. The future of seawater desalination: Energy, technology and the environment. **Science**, v. 333, p. 712-17, 2011.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS/FAO. **Review of World Water Resources by Country**. FAO, 2003.

GLEICK, P. **Water in Crisis: a Guide to the World's Fresh Water Resources**. New York: Oxford University Press, 1993.

_____. Water, War and Peace in the Middle East. **Environment**, v. 36, p. 6-42, 1994.

HABERMAS, J. **Technik und Wissenschaft als "Ideologie"**. Frankfurt am Main: Suhrkamp Verlag, 1969.

HARDIN, G. The Tragedy of the Commons. **Science**, New Series, v. 162, p. 1243-48, 1968.

HE, T.; YAN, L. Application of alternative energy integration technology in seawater desalination. **Desalination**, v. 249, p. 104-8, 2009.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **Technology Roadmap: Concentrating Solar Power**. Paris: OECD/IEA, 2010.



INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE/IPCC. **Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the International Panel on Climate Change.** Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

JOBSON, S. **Water stressed regions: The Middle East and Southern Africa – Global solutions.** University of London, 1999.

KISER, S. **Water: The Hydraulic parameter of conflict in Middle East and North Africa.** Colorado: USAF Institute for National Security Studies, 2000.

LAMEI, A.; ZAAG, P.; MÜNCH, E. Impact of solar energy cost on water production cost of seawater desalination plants in Egypt. **Energy Policy**, v. 36, p. 1748-56, 2008.

LATTEMANN, S.; HÖPNER, T. Environmental impact and impact assessment of seawater desalination. **Desalination**, v. 220, p. 1-15, 2008.

LINDEMANN, J. H. Wind and solar powered seawater desalination. Applied solutions for the Mediterranean, Middle East and Gulf Countries. **Desalination**, v. 168, p. 73-80, 2004.

LONERGAN, S. Environment and society in the Middle East: conflicts over water, In: REDCLIFT, M.; WOODGATE, G. (org.). **The International Handbook of Environmental Sociology.** Cheltenham: Edward Elgar, 1997.

MEISEN, P. **A Study of Very Large Solar Desert Systems with the Requirements and Benefits to those Nations Having High Solar irradiation Potential.** San Diego: Global Energy Network Institute, 2006.

SADOFF, C.; MULLER, M. **La gestión del agua, la seguridad hídrica y la adaptación al cambio climático: Efectos anticipados y respuestas esenciales.** Global Water Partnership, n. 14, 2010.

SANDERS, R. Water desalting and the Middle East peace process. , v. 31, p. 94-9, 2008.

TRIEB, F. *et al.* Combined solar power and desalination plants for the Mediterranean region – sustainable energy supply using large-scale solar thermal power plants. **Desalination**, v. 153, p. 39-46, 2002.

TRIEB, F.; NOKRASCHY, H. El. **Concentrating Solar Power for Seawater Desalination.** Alexandria: Twelfth International Water Technology Conference, 2008.

TRIEB, F. *et al.* **Clean Power from Deserts: the Desertec Concept for Energy, Water and Climate Security** (Whitebook). Bonn: Protext Verlag, 2009.

UNITED NATIONS/UN. **World Population Prospects – The 2012 Revision, Volume I: Comprehensive Tables.** New York: Department of Economic and Social Affairs, 2013.

VAN BEEK, E.; ARRIENS, W. L. **Water security: Putting the concept into practice.** Global Water Partnership, n. 20, 2014.

WOLF, A. T. **Hydropolitics along the Jordan River: Scarce water and its impact on the Arab-Israeli conflict.** Tokyo: United Nations University Press, 1995.

WORLD BANK/WB. **Renewable Energy Desalination: An Emerging Solution to Close the Water Gap in the Middle East and North Africa.** Washington D. C.: World Bank, 2012.

NOTAS

¹A Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) avalia que uma disponibilidade anual per capita inferior a 1000 metros cúbicos de água impõe sérias barreiras ao desenvolvimento socioeconômico e à sustentabilidade ambiental de uma nação. Na realidade, mesmo uma quantidade duas vezes superior a esse limite ainda pode ser vista como um fator potencialmente restritivo, capaz de acentuar vulnerabilidades e catalisar tensões sociais (FAO, 2003).

²“Água fóssil” ou “paleoágua” são termos que dizem respeito aos aquíferos cujos reservatórios formaram-se ao longo de milhares ou mesmo milhões de anos. Em razão de mudanças geológicas que vedam os reservatórios, praticamente não existe reabastecimento pela precipitação. A “água fóssil” é, portanto, considerada um recurso finito, visto que sua renovação demanda um período muito superior à escala do tempo humano.

³ A disputa veio à tona em 1997, depois que o governo liberou verbas para que o vilarejo de Quradah reabilitasse seu sistema de abastecimento de água. Esse sistema era alimentado por fontes situadas em Quradah, mas a água era escoada para um tanque coletor localizado nas imediações de uma fonte pertencente ao vilarejo de Al-Marzoooh. Temendo que o projeto comprometesse o fluxo de água dessa fonte, os habitantes de Al-Marzoooh explodiram uma parte da obra. A polícia interveio com a prisão de suspeitos eo governador ordenou a continuidade das instalações, mas novas explosões foram levadas a cabo, e o envio do exército que se seguiu a elas somente aumentou o nível de tensão entre as partes. Uma disputa judicial transcorreu paralelamente aos embates físicos e, ao final desse processo, tanto os habitantes de Quradah como de Al-Marzoooh concordaram com a construção de um tanque coletivo no qual os primeiros seriam autorizados a instalar um cano de quatro polegadas e os segundos um cano de duas polegadas, com redução proporcional no consumo de ambos em caso de racionamento (CEDARE, 2006).

⁴“A parcela rural da população no conjunto dos países do Oriente Médio e Norte da África corresponde hoje a 41%. A população rural provavelmente estagnar-se-á nas próximas décadas e, desse modo, sua participação no total cairá para 23% em 2050” [(DLR, 2007, p.73), tradução nossa].

⁵ Os israelenses passaram a adotar essa estratégia em virtude das fortes secas que criaram uma situação de emergência no começo da década de 1980. Calcula-se que a economia de recursos hídricos no setor agrícola tenha sido de 60% entre 1984 e 1991 (JOBSON, 1999).

⁶ As usinas de dessalinização que funcionam de acordo com o método de “osmose reversa” consomem entre 3 e 4 Kwh/m³ e emitem aproximadamente 1,8 kg de CO₂ por metro cúbico de água dessalinizada (ELIMELECH; PHILLIP, 2011).

⁷ No que diz respeito à utilização do espaço, contudo, o sistema CSP/RO possui maior flexibilidade que o sistema CSP/MED. Por demandar apenas eletricidade, a dessalinização via osmose reversa não precisa estar acoplada diretamente à usina termossolar, bastando sua conexão ao grid. No caso da modalidade CSP/MED, não apenas o complexo de dessalinização, mas também a usina termossolar devem necessariamente localizar-se na região costeira (LETTEMANN; HOPNER, 2008).

Segurança Alimentar e Mudanças Ambientais Globais: uma análise no contexto da sociedade brasileira

Food Security and Global Environmental Change: an Analysis in the Context of Brazilian Society

Camille Lanzarotti Nolasco*

Myanna Lahsen**

Jean Pierre Henry Balbaud Ometto***

**Doutoranda em Ciência do Sistema Terrestre no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, São Paulo, Brasil. End. Eletrônico: camille.nolasco@inpe.br*

***Pesquisadora Titular no Centro de Ciência do Sistema Terrestre no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, São Paulo, Brasil. End. Eletrônico: myanna.lahsen@inpe.br*

****Pesquisador Titular e coordenador do Centro de Ciência do Sistema Terrestre no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, São Paulo, Brasil. End. Eletrônico: jean.ometto@inpe.br*

doi:10.18472/SustDeb.v7n1.2016.16749

Recebido em 31.10.2015

Aceito em 30.12.2015

ARTIGO - VARIA

RESUMO

A agricultura participa tanto das causas como das consequências das mudanças ambientais globais que, por sua vez, podem acentuar a vulnerabilidade da segurança alimentar da sociedade. Por meio de uma visão holística do sistema alimentar, este trabalho traz uma revisão narrativa da literatura, com o objetivo de contextualizar as relações entre a segurança alimentar e as mudanças ambientais globais. Aponta os riscos aos quais a segurança alimentar da sociedade brasileira contemporânea está sujeita, os aspectos de sua vulnerabilidade e as ações mitigatórias e adaptativas necessárias para sua garantia, destacando os desafios para a política e a pesquisa científica sobre o tema no Brasil.

Palavras-chave: Segurança alimentar. Mudanças globais. Vulnerabilidade. Adaptação. Sistemas alimentares.

ABSTRACT

Agriculture is closely related to global environment change, being part of both its causes and consequences. Global environmental change can increase the vulnerability of society's food security. From a holistic point of view of the food system, this text seeks to contextualize the link between food security and global environmental change by means of a literature review. The study points out the risks posed to Brazil's food security and its vulnerability, along with the mitigation and adaptation measures needed to overcome the problem. The authors highlight challenges for policy making and scientific research on global environmental change and food security in Brazil.

Keywords: Food security. Global environmental change. Vulnerability. Adaptation. Food systems.

1 INTRODUÇÃO

Um dos maiores desafios do século XXI é garantir o acesso a alimentos nutritivos para uma população que, estima-se, atingirá 9 bilhões de habitantes até 2050, sendo 7,9 bilhões nos países em desenvolvimento (ONU, 2015), onde rápidas mudanças sociais e elevação dos índices de renda têm gerado aumento da demanda por alimentos e mudanças nas dietas adotadas, com ampliação do consumo de proteína animal e alimentos ultraprocessados. Nesse contexto, as mudanças ambientais globais e seus possíveis impactos na produção agrícola (NELSON *et al.*, 2010), pesca e pecuária (IPCC, 2014), tornam este tema ainda mais relevante para a comunidade científica e a sociedade em geral.

Como atividades dependentes de recursos naturais e com significativos impactos sobre o ambiente (CORDELL, DRANGERT e WHITE, 2009), a agricultura e a pecuária estão intensamente conectadas com as mudanças ambientais globais, particularmente com as mudanças climáticas, participando de suas causas e consequências (LIMA e ALVES, 2008). Outras mudanças ambientais globais relacionadas a essas atividades, tais como a perda de biodiversidade e o desequilíbrio dos ciclos biogeoquímicos, particularmente de nitrogênio e fósforo, indicam que alguns limites de segurança do planeta foram ultrapassados (ROCKSTRÖM *et al.*, 2009; CORDELL, DRANGERT e WHITE, 2009; FOLEY, 2010; STEFFEN *et al.*, 2015), ameaçando não só o funcionamento dos ecossistemas, bem como a provisão de alimentos.

Este trabalho, por meio de uma revisão narrativa da literatura, objetiva analisar as relações entre a segurança alimentar (SA) e as mudanças ambientais globais (MAGs). A análise aponta a vulnerabilidade e os riscos potenciais à sociedade brasileira, as ações mitigatórias e adaptativas, além dos desafios que se impõem às investigações sobre o tema e formulação de políticas públicas mais eficazes. Dessa forma, o artigo está estruturado em três partes: a primeira traz uma revisão do arcabouço conceitual sobre SA e MAGs; a segunda apresenta algumas implicações das MAGs sobre os sistemas alimentares e, conseqüentemente, sobre a SA; e a terceira discorre sobre os caminhos percorridos e os desafios no campo político e científico brasileiro. Ao final, as conclusões sumarizam as lacunas e desafios para a investigação e ações relevantes ao tema.

2 SEGURANÇA ALIMENTAR E MUDANÇAS AMBIENTAIS GLOBAIS: REVISÃO DO ARCABOUÇO CONCEITUAL

Para analisar as relações entre a SA e as MAGs torna-se necessário, antes de tudo, apresentar e discutir alguns conceitos-chave, como risco, vulnerabilidade, mitigação, adaptação e resiliência.



Risco pode ser entendido como um perigo possível, mais ou menos previsível por parte de um grupo social ou indivíduo. Sendo perigo, a consequência objetiva de um acontecimento possível (natural, tecnológico, social ou econômico) a um indivíduo (ou grupo de indivíduos), a uma organização, uma localidade ou sobre o meio ambiente (ALVES, 2006; RIBEIRO, 2008). Os riscos podem configurar-se como intangíveis e invisíveis à percepção humana, na forma de contaminações químicas e substâncias nocivas encontradas nos alimentos (BECK, 2010).

Já a vulnerabilidade é considerada como uma fragilidade composta pelo grau de exposição ao risco (à percepção de um perigo possível), incapacidade de reação, e dificuldade de mitigação dos danos diante da materialização do risco (IPCC, 2007). Tratando-se dos sistemas humanos e ecológicos, em um contexto de mudanças globais, a vulnerabilidade refere-se à propensão desses sistemas a, mediante distúrbios, sofrerem danos e respondê-los (ADGER, 2006). A vulnerabilidade é influenciada pelas características da pessoa/grupo e sua situação, que influenciam na capacidade de antecipar, lidar, resistir e se recuperar dos impactos de desastres naturais (WISNER *et al.*, 2004). A vulnerabilidade não existe isoladamente à política econômica e é, deliberadamente ou inadvertidamente, relacionada às ações que reforçam interesses próprios e distribuição de poder (ADGER e BROWN, 2009).

Associado ao conceito de vulnerabilidade tem-se o conceito de resiliência, que é a capacidade intrínseca de um sistema em manter sua integridade no decorrer do tempo, sobretudo em relação a pressões externas (HOLLING, 1996). A principal característica de um sistema resiliente é sua flexibilidade e capacidade de perceber, ou, eventualmente, criar opções para enfrentar situações imprevistas e pressões externas (BROOKFIELD, 2001).

A mitigação, por sua vez, normalmente é uma ação reativa que exige estratégias ativas que permitam manejar os recursos ante os riscos (WHITE, STEWART e O'NEILL, 2010). Pode ser entendida como uma ação ou conjunto de ações de manejo dos distúrbios atuais (IPCC, 2007).

Quanto à adaptação no contexto das MAGs, esta acontece por meio de ajustes para reduzir a vulnerabilidade ou aumentar a resiliência em resposta às mudanças observadas ou esperadas nos sistemas socioambientais e, particularmente, aos eventos climáticos extremos. A adaptação envolve mudanças nos processos sociais e ambientais, percepções dos riscos e ações antecipatórias às mudanças esperadas que possam reduzir danos potenciais e aproveitar novas oportunidades. Em termos sociais, implica em mudanças de longo prazo no comportamento e nas estratégias de sobrevivência (ERICSSON, 2008; WHITE, STEWART e O'NEILL, 2010).

A princípio, todo o conjunto da população humana está exposto aos riscos provenientes dos perigos trazidos pelas MAGs. Entretanto, a capacidade para enfrentar e reagir a esses riscos é diferenciada, fazendo com que grupos sociais sejam mais ou menos vulneráveis (CARMO, 2007), sendo aqueles que se encontram marginalizados nas dimensões econômica, social, cultural, ou político-institucional, os mais vulneráveis aos efeitos das mudanças e a algumas ações de mitigação e adaptação (IPCC, 2014).

O questionamento sobre riscos de escassez de alimentos e insegurança alimentar não é recente. Em 1798, Thomas Robert Malthus postulava que a capacidade produtiva nunca acompanharia o crescimento demográfico, o que inevitavelmente levaria à fome e à miséria. Ao longo do tempo, ganhos de produção resultantes das novas tecnologias (BOSERUP, 1975; ABRAMOVAY, 2010) e a redução do crescimento da população em regiões com abundância de alimento mostraram que as previsões malthusianas estavam equivocadas. No entanto, a produção de alimentos é apenas um dos componentes da SA (PAARLBERG, 2010).

O conceito de SA data da Primeira Guerra Mundial (1914-1918), atrelado à questão de Segurança Nacional, e a partir da Segunda Grande Guerra (1939-1945), com mais da metade da Europa

devastada e impossibilitada de produzir alimentos, esse tema voltou a ser discutido (NASCI-MENTO e ANDRADE, 2010). Após a Declaração Universal dos Direitos Humanos em 1948, a SA começou a ser relacionada aos direitos dos indivíduos, sendo o direito humano à alimentação adequada reconhecido por meio do Pacto Internacional para os Direitos Econômicos, Sociais e Culturais, firmado em 1966. Porém, somente em 1996, durante a Cúpula Mundial para a Alimentação, promovida pela Organização das Nações Unidas, em Roma, é que se tem início a um empenho político em prol do direito fundamental de estar livre da fome, resultando no “Plano de Ação” que aponta compromissos, entre os quais: o de assegurar um ambiente político, social e econômico favorável à viabilização de condições para erradicação da pobreza, além da implementação de políticas voltadas para a promoção da SA sustentável para todos (FAO, 1996).

Definiu-se a SA como uma condição na qual as pessoas têm, a todo o momento, acesso físico e econômico a alimentos seguros, nutritivos e suficientes para satisfazer suas necessidades dietéticas e preferências alimentares, a fim de levarem uma vida ativa e sã. Fundamentada em quatro pilares (ou dimensões), a SA engloba: (1) Disponibilidade: quantidades suficientes de alimento disponível regularmente; (2) Acesso: recursos suficientes para obtenção de alimentos de qualidade apropriados a uma dieta nutritiva; (3) Utilização: uso apropriado, com conhecimento básico de nutrição e manipulação, bem como qualidade de água e condição sanitária adequadas; (4) Estabilidade: acesso adequado ao alimento ininterruptamente, inclusive durante colapsos (como crises climáticas e econômicas), ou eventos cíclicos (como insegurança sazonal/temporária) (FAO, 1996).

Segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, 2006), o reforço na multidimensionalidade da SA possibilitou respostas políticas diretamente orientadas para promoção e recuperação dos meios de sustento da população, mas esses avanços políticos esbarraram nas incertezas da economia mundial e das MAGs, como na “Crise Mundial dos Alimentos”. Iniciada em 2008 devido ao rápido aumento nos preços dos grãos, essa crise ampliou a vulnerabilidade de populações em risco, particularmente as já impactadas por eventos extremos, ampliando o debate acerca da vulnerabilidade dos sistemas alimentares.

3 OS SISTEMAS ALIMENTARES E A SEGURANÇA ALIMENTAR NO CONTEXTO DAS MUDANÇAS AMBIENTAIS GLOBAIS

A mais recente avaliação do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), a AR5, mostra que as mudanças climáticas trarão consideráveis impactos no Sistema Alimentar, variáveis entre as regiões do planeta, podendo ser positivos ou negativos, e dependentes de complexas interações entre vulnerabilidade, risco e exposição ao risco (IPCC, 2014).

Sistemas alimentares (food systems) são sistemas complexos, com múltiplos determinantes ambientais, sociais, políticos e econômicos, englobando componentes de disponibilidade, acesso, utilização e estabilidade, os quais influenciam no consumo final do alimento pela população (ERICKSEN, 2008). Por esse motivo, tais sistemas demandam uma abordagem compreensiva e holística de como a organização atual da produção, processamento, distribuição, segurança sanitária e consumo de alimentos contribuem para SA (JUHOLA e NESET, 2015). Porém, a identificação e análise das inter-relações desses vários determinantes e componentes são complexas, principalmente diante das MAGs. No século XXI, a vulnerabilidade dos sistemas alimentares é caracterizada também pelas mudanças sociais e econômicas (como intensificação de produção e mercados, processamento e embalagem e concentração corporativa na distribuição e vendas) que envolvem processos rápidos e consequências imprevisíveis (ERICKSEN, 2008), tornando a análise ainda mais problemática.



Na identificação da vulnerabilidade dos sistemas alimentares, os indicadores tendem a ser associados à produção, aos rendimentos agrícolas, à disponibilidade de alimentos, consumo ou subsistência rural. A unidade humana de análise normalmente é o produtor ou o consumidor. Geralmente, os trabalhos que utilizam esse enfoque se baseiam no pressuposto de que os resultados negativos para a SA podem ser entendidos por meio de uma análise dos agentes causais e dos impactos que ocorrem em uma área geográfica delimitada no espaço. Contudo, a avaliação da vulnerabilidade de um sistema alimentar exige não só a avaliação da vulnerabilidade específica dos elementos do sistema, do movimento dos alimentos no espaço e tempo, e entre os consumidores, mas, também, o entendimento de como as vulnerabilidades são produzidas, agravadas ou mitigadas pela interação sinérgica ou antagônica desses elementos em várias escalas espaciais e temporais (EAKIN, 2010). Entretanto, estudos que buscam articular um olhar sobre a vulnerabilidade social e a capacidade de resposta e adaptação da sociedade são recentes e ainda necessitam de maior aprofundamento conceitual e metodológico e de maior conhecimento empírico (MARTINS e FERREIRA, 2012).

Algumas pesquisas foram desenvolvidas para abordar as MAGs e os sistemas alimentares de maneira holística. Pode-se citar o Global Environmental Change and Food Systems (GECAFS), projeto internacional de pesquisa interdisciplinar que focou na compreensão das ligações entre SA e MAGs. Concluído em 2011, seu objetivo foi o de determinar estratégias para lidar com os impactos das MAGs sobre os Sistemas Alimentares e para avaliar as consequências ambientais e socioeconômicas de respostas adaptativas que visassem melhorar a SA. Utilizou uma abordagem integrada para identificar os múltiplos estressores, bem como os elementos que compõem a SA, combinando-os a fatores sociais e ecológicos (ERICKSEN *et al.*, 2010), inovando na metodologia de análise da interdependência entre as MAGs e os componentes da SA e contribuindo com propostas de conciliação entre a redução da insegurança alimentar e a manutenção dos serviços ambientais. Outras iniciativas foram: o estudo promovido pelo Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR) para identificar e mapear áreas de insegurança alimentar e nutricional que fossem mais vulneráveis aos impactos de futuras mudanças climáticas nos trópicos (ERICKSEN *et al.*, 2011); e o projeto Climate Change Agriculture and Food Security (CCAFS) que se propôs a identificar e avaliar opções de adaptação promissoras, incluindo desde a diversificação dos sistemas produtivos até configurações institucionais melhores, bem como políticas adequadas às condições futuras esperadas (CCAFS, 2011).

Nota-se que as definições e conceitos utilizados nesses estudos interdisciplinares muitas vezes resultam em dificuldades de entendimento tanto dos métodos quanto dos resultados alcançados, seja por parte da própria comunidade científica ou por outros atores. Há, por exemplo, a necessidade de uma compreensão mais sofisticada do que realmente significa “segurança alimentar” (GODFRAY e GARNETT, 2014), sendo possível encontrar questionamentos tais como: Qual o verdadeiro objetivo? Segurança Nutricional ou Segurança Alimentar? O que é componente do quê? Deveríamos usar apenas o termo “Segurança Nutricional”, já que o objetivo principal seria o de garantir a nutrição adequada da população?

A Ciência tem evidenciado a interdependência entre biodiversidade e agricultura. Com a degradação ambiental crescente, a internalização dos custos ambientais na agricultura se faz necessária, pois a manutenção do funcionamento dos ecossistemas é primordial para a produção (MARTINELLI e FILOSO, 2009). As soluções para reduzir a insegurança alimentar e a perda de biodiversidade não são mutuamente excludentes e podem ser viabilizadas conjuntamente por meio do uso de práticas alternativas apropriadas (CHAPPELL e LAVALLE, 2011). Porém, muitas ações de mitigação e adaptação ainda se baseiam no modelo da Revolução Verde. A ONU (2010) afirma que os esforços para garantir a SA continuam a focar na utilização de fertilizantes químicos e produção altamente mecanizada, estando bem distantes dos compromissos firmados de lutar contra os efeitos da mudança climática e apoiar a agricultura familiar de pequena escala,

sendo que a promoção global de práticas agrícolas de baixo carbono (cultivos combinados, agrofloresta, otimização dos recursos hídricos) poderia fazer da agricultura uma ferramenta central na mitigação dos efeitos das MAGs. No Brasil, por exemplo, o uso de agrotóxicos na agricultura dobrou entre 2002 e 2012 (IBGE, 2015), acentuando a contaminação ambiental e dos alimentos. Análises realizadas pelo Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (Para), da Anvisa (2011), indicaram que cerca de um terço dos alimentos consumidos cotidianamente pelos brasileiros apresenta resíduos de agrotóxicos. Porém, os riscos da presença de agrotóxicos nos alimentos ainda são pouco percebidos pelos consumidores (GALINDO E PORTILHO, 2015), que estão vulneráveis.

A FAO (2015a) prevê que as mudanças climáticas na região da América Latina e Caribe vão provocar alterações nos padrões de chuvas e temperaturas, o que afetará o rendimento agrícola, criando um grande obstáculo para a SA na região. Entre 2003 e 2013, essa região perdeu 11 bilhões de dólares na agropecuária devido à maior ocorrência de eventos extremos e desastres naturais (FAO, 2015a). A escassez atípica de chuvas na Região Sudeste do Brasil desde 2013 (ANA 2014) resultou em perdas de produção no Cinturão Verde paulista, responsável por 90% das verduras e 40% dos legumes consumidos na capital paulista, causando, em janeiro de 2015, uma elevação média de 10% nos preços das hortaliças, sendo que produtos mais sensíveis, como alface, brócolis, agrião e chuchu, apresentaram preços elevados em até 70% (BERBERT, 2015), dificultando o acesso da população a esses alimentos.

4 CAMINHOS PERCORRIDOS E DESAFIOS CONTÍNUOS NO BRASIL

No Brasil, a preocupação com a SA teve início com a instituição do salário mínimo em 1936, que representou o acesso a uma cesta básica de 12 alimentos a fim de cobrir as recomendações mínimas de calorias e nutrientes. Já a fome ou insegurança alimentar, como questão política, entrou na agenda brasileira em 1946 a partir do impacto causado pela publicação do livro “Geografia da fome”, de Josué de Castro. Em 1985, o Ministério da Agricultura elaborou o documento “Segurança Alimentar – proposta de uma política de combate à fome”, e em 1986 a mobilização da sociedade civil levou à realização da I Conferência Nacional de Alimentação e Nutrição, que implicou na introdução do componente nutricional na SA (NASCIMENTO e ANDRADE, 2010).

Em 2003, por meio do Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS), estabeleceu-se o Programa Fome Zero como estratégia para assegurar o acesso aos alimentos à população em situação de fome. O programa foi composto por políticas emergenciais, transversais e estruturantes para estimular a produção, a circulação e o consumo de alimentos. Quatro eixos articuladores formaram o “Fome Zero”: “acesso aos alimentos”, “geração de renda”, “fortalecimento da agricultura familiar” e “articulação, mobilização e controle social” (BRASIL, 2010a). Em 2014, o Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (Consea) definiu para o Brasil a Segurança Alimentar e Nutricional (SAN) como sendo a realização do direito de todos ao acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, em quantidade suficiente, sem comprometer o acesso a outras necessidades essenciais, tendo como base práticas alimentares promotoras de saúde que respeitem a diversidade cultural e que sejam social, econômica e ambientalmente sustentáveis. Com a Lei Orgânica de Segurança Alimentar e Nutricional, Lei nº 11.346 (2006), criou-se o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional e determinou a formulação em 2010 da Política Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (PNSAN). O enfoque dado à PNSAN reúne as dimensões alimentar e nutricional, bem como associa outras duas dimensões inseparáveis, a disponibilidade de bens (food security) e a qualidade desses bens (food safety) (BRASIL, 2009).



Ainda em 2010, foi aprovada a “Emenda Constitucional 64” que inseriu a alimentação no Artigo 6º do Capítulo sobre direitos sociais dos cidadãos brasileiros. Definindo-se que o Direito Humano à Alimentação Adequada (DHAA) se realiza quando uma pessoa tem acesso físico e econômico, ininterruptamente, à alimentação adequada ou aos meios para sua obtenção. Sendo que esse direito não deve ser interpretado em um sentido estrito ou restritivo, equacionado em termos de pacote mínimo de calorias, proteínas e outros nutrientes específicos, devendo ser realizado de maneira progressiva, tendo os Estados a obrigação precípua de implementar as ações necessárias para mitigar e aliviar a fome mesmo em épocas de desastres, naturais ou não. Dessa forma, quase um século depois do surgimento da concepção de SA na Europa, quando se visava apenas a Segurança Nacional, ao adquirir o status de direito constitucional no Brasil, a SAN passou a ser responsabilidade de todos, tornando-se estratégia fundamental para o Desenvolvimento Humano (NASCIMENTO e ANDRADE, 2010). Em 2012, foi lançado o Plano Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional 2012/2015 com a finalidade de promover a SAN por meio da integração de ações voltadas para a produção, fortalecimento da agricultura familiar, abastecimento alimentar e promoção da alimentação saudável e adequada (BRASIL, 2013).

Com relação à adaptação às MAGs, o Brasil tem adotado algumas estratégias, como: (1) o Zoneamento Agroclimatológico, que por meio de uma compilação de dados sobre o clima (escala regional) e informações de temperatura e água necessárias para o desenvolvimento ótimo de uma cultura, possibilitou a identificação das áreas com maior vulnerabilidade à mudança do clima e aquelas mais apropriadas para cada cultura em função do regime de chuvas e temperaturas (PELLEGRINO *et al.*, 2007), sendo usado como limitador para a concessão de créditos às atividades agrícolas (OECD-FAO, 2015); (2) o Melhoramento Vegetal, realizado pela Embrapa e outras instituições de pesquisa, visando buscar a adaptação das culturas às condições de estresse causado pelas altas temperaturas, por meio do cruzamento entre indivíduos compatíveis para obtenção de cultivares tolerantes ao estresse hídrico (LIMA e ALVES, 2008); (3) o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (em construção) com o objetivo de promover a redução da vulnerabilidade nacional à mudança do clima e à gestão dos riscos associados, abordando os diversos setores incluindo a agricultura, recursos hídricos, biodiversidade e segurança alimentar e nutricional (BRASIL, 2015).

Quanto à mitigação, no Plano Nacional sobre Mudança do Clima, de 2008, constam como recomendações para as condições brasileiras: o manejo adequado para aumentar o armazenamento de carbono no solo; a recuperação de áreas degradadas; as melhores práticas em cultivos e fertilização para reduzir emissões de CH₄ e N₂O; e o estabelecimento de culturas energéticas (BRASIL, 2008). Uma ação foi a criação do “Plano ABC – Agricultura de Baixo Carbono” do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento que inclui seis programas de mitigação (Recuperação de Pastagens Degradadas; Integração Lavoura-Pecuária-Floresta e Sistemas Agroflorestais; Sistema Plantio Direto; Fixação Biológica de Nitrogênio; Florestas Plantadas; e Tratamento de Dejetos Animais) com cerca de 32.000 contratos aprovados e liberação de crédito no montante de cerca de US\$ 10 bilhões desde sua implantação em 2010 até o início de 2015 (OECD-FAO, 2015).

É necessário, portanto, conciliar a crescente produção com preservação ambiental, igualdade social e redução de pobreza, em áreas urbanas e rurais (MARTINELLI, *et al.*, 2010). Esse é o paradigma a ser enfrentado pelo Brasil: mudar a estratégia de desenvolvimento agrícola, baseada na contínua expansão sobre os ecossistemas, para um modelo de não degradação ambiental e derrubada de vegetação em áreas de florestas nativas (MARTINELLI, *et al.*, 2010) como a Amazônia ou o Cerrado, importantes para a manutenção da biodiversidade e do ciclo hidrológico em extensas áreas do País. A expansão da agropecuária de larga escala sobre o Cerrado, considerado como a “caixa-d’água” do Brasil por ser o berço das principais bacias hidrográficas do País (LIMA *et al.*, 2008), pode ter influência negativa na segurança hídrica e, conseqüentemente, na

produção agropecuária e segurança alimentar a longo prazo. Portanto, são necessários esforços para buscar a resiliência do sistema alimentar como um todo. Não somente no sentido de implementar ações para o fortalecimento da produção de commodities, mas, sim, fortalecendo a produção de alimentos nutritivos, como legumes e verduras, em áreas agrícolas já existentes, e empoderando os atores envolvidos nesse processo, desde o cultivo até à mesa do consumidor.

Atualmente, a compra ou o aluguel de terras por corporações estrangeiras (land-grabbing) são vistos como uma ameaça aos direitos humanos e soberania alimentar dos povos. Dados da organização não governamental GRAIN documentam 416 casos de land-grabbing por investidores estrangeiros, que somam cerca de 35 milhões de hectares de terras em 66 países (GRAIN, 2012). Segundo Clements e Fernandes (2013), um afrouxamento recente na legislação brasileira permitiu ao capital estrangeiro a aquisição de terras agrícolas no Brasil, expulsando populações locais que dependem da terra e/ou deteriorando os recursos naturais necessários àqueles que vivem na região. A expropriação de terras dos camponeses pelo agronegócio e pela promoção de contratos que incentivam os produtores rurais a mudar os cultivos de alimentos para culturas de exportação, em um país onde 70% de todos os alimentos consumidos são produzidos por pequenos agricultores plantando em apenas 30% de toda a terra agrícola, constitui uma ameaça à SAN nacional (CLEMETS e FERNANDES, 2013). Portanto, os esforços para garantir a SAN terão que lidar com esse e outros problemas sistêmicos de desigualdade, inerentes ao sistema global capitalista (MARQUEZ, 2015) e que ocorrem no País.

Outro ponto é a necessidade de mudanças no planejamento urbano e rural que visem promover sistemas alimentares sustentáveis. Segundo a Teoria do Estado Isolado de Von Thunen (1966), devido à alta perecibilidade dos produtos frescos, os sistemas de produção de hortaliças deveriam estar localizados próximos aos centros consumidores. Porém, a urbanização afasta essa produção para áreas mais distantes, principalmente devido aos mecanismos de especulação imobiliária que estimulam a expansão da área urbana e valorizam as terras agrícolas, fatalmente convertidas em espaços não agrícolas (SATO *et al.*, 2006), podendo resultar na oferta de hortaliças a preços mais altos, com maiores perdas pós-colheita, dificultando o acesso a esses alimentos frescos, especialmente pela população de baixa renda (MONDINI, 2012).

A dificuldade de acesso a uma alimentação saudável não se traduz apenas pelos altos preços de alimentos nutritivos, mas também pela grande oferta de alimentos de custo e valor nutricional baixos (BRASIL, 2010b). Entre 1974-1975 e 2002-2003 houve uma redução da compra de alimentos tradicionais como arroz (23%), feijão (31%) e tubérculos (32%), e aumento no consumo de alimentos processados como biscoitos (400%), refrigerantes (400%) e embutidos (300%) (BRASIL, 2010b). A aquisição de frutas e hortaliças em regiões metropolitanas do Brasil, entre 1974 e 2003, foi abaixo da recomendação da Organização Mundial da Saúde (OMS, 2003), e, em 2013, mais da metade da população brasileira (56,9%) apresentava excesso de peso (IBGE, 2014). Com o propósito de apoiar a reeducação alimentar e nutricional e fornecer subsídios às políticas e programas de alimentação e nutrição, a OMS recomenda que os governos formulem e atualizem periodicamente diretrizes nacionais sobre alimentação e nutrição, levando em conta mudanças nos hábitos alimentares, nas condições de saúde da população e o progresso no conhecimento científico (BRASIL, 2014).

Respondendo à OMS, governos e agências internacionais preparam e publicam documentos oficiais, os guias alimentares, visando direcionar políticas públicas e recomendar à população a adoção de dietas que promovam a saúde (MONTEIRO *et al.*, 2015). Embora a maioria dos guias promova a redução no consumo de gorduras, sal e açúcar e recomenda à população o aumento na ingestão de frutas, legumes e verduras (BRASIL, 2014; FAO, 2015b), percebe-se, por meio da literatura consultada, que ainda há uma desconexão entre a recomendação idealizada nos guias e a real capacidade de se garantir o acesso aos alimentos saudáveis para toda



a população. Impactos das MAGs no setor produtivo, altos preços, distribuição inadequada, desperdícios, desigualdade no acesso, domínio de grandes empresas sobre o sistema alimentar, grandes distâncias entre produtores e consumidores, e a falta de informação e confiança sobre qual alimento é realmente saudável, são componentes dessa desconexão entre o idealizado nos guias e a realidade.

A estratégia brasileira de forte dependência no modelo exportador de commodities agrícolas, como impulsionador de um crescimento econômico, se deu em meio à degradação ambiental e desigualdade social (MARTINELLI *et al.*, 2010). Entre 1990-2008, o crescimento da produção de culturas para exportação foi muito superior ao da produção de alimentos destinados ao consumo interno (BRASIL, 2010a), e as externalidades e ônus sociais desse processo (como poluentes, contaminações na produção, e incapacidade dos mercados livres de proverem bens públicos em quantidade suficiente) são apontados por Rocha (2013) como sendo uma “falha de mercado”. O DHAA não pode ser alcançado em um mercado totalmente livre, pois, o alimento nesse sistema é um bem privado, só havendo incentivo para produzi-lo se houver lucro, e o acesso se dá apenas para aqueles que podem pagar (ROCHA, 2013). A compensação dessa falha pode acontecer com a efetivação de políticas no campo da SAN e utilização do próprio mercado na busca por uma sociedade mais justa. Nesse sentido, alguns avanços aconteceram.

Segundo o relatório sobre o estado da insegurança alimentar no mundo (FAO, IFAD e WFP, 2014), o Brasil reduziu em 82% a população em situação de subalimentação entre 2002 e 2013, saindo do Mapa da Fome, e sendo citado como um caso de sucesso no esforço mundial pela redução da fome. Nos últimos anos o tema da SAN foi posto no centro da agenda política do Brasil, e isso permitiu que o País alcançasse tanto o primeiro objetivo dos Objetivos do Milênio (ONU, 2000), quanto da Cúpula Mundial da Alimentação (FAO, 1996, 2014).

Reduzir a população em situação de fome é um primeiro passo, mas outros objetivos, como garantir acesso a alimentos seguros e nutritivos, ainda não foram alcançados. Segundo Hodbob e Eakin (2015), a falha atual em atender aos objetivos de SAN pode ser interpretada como a falta de mecanismos de governança que considerem as completas e diferentes dimensões das funções econômicas, ecológicas e sociais, em escalas adequadas ao sistema alimentar, tanto local quanto global.

A governança, ou “Manejo do Sistema Terrestre”, é a chave para a reorientação epistemológica necessária para as soluções sustentáveis, afirma McMichael (2011). Malthus acertou ao menos ao apontar o problema fundamental que o sistema econômico contemporâneo parece ignorar: o aumento da produção material e dos serviços estão, claramente, limitados pelo esgotamento da capacidade dos ecossistemas de continuar prestando os serviços dos quais a sociedade humana depende para sobreviver (ABRAMOVAY, 2010). A capacidade de produzir alimento (e de ter acesso aos recursos para isso) está se transformando em uma nova forma de poder geopolítico e vários países estão buscando assegurar seus próprios interesses à custa de bens que deveriam ser comuns a todos (BROWN, 2011). Não apenas o solo, a água, ou outros serviços ambientais na esfera biogeoquímica podem ser considerados bens comuns, a própria agricultura também é um bem comum (NOLASCO, 2011), sendo o conhecimento das técnicas e práticas da “agri-cultura” um bem da humanidade (McMICHAEL, 2011) a ser utilizado na busca pela adaptação diante das mudanças e preservado para as futuras gerações.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A grande complexidade da questão da SAN em relação às MAGs tem mobilizado a comunidade científica e política, e faltam muitas lacunas a serem preenchidas no entendimento dessa questão. A velocidade e multidimensionalidade das mudanças geram o desafio de mudar o foco na análise da vulnerabilidade do sistema alimentar, de uma visão pontual para uma visão holística,

exigindo maior atenção para a vulnerabilidade das estruturas e dos processos que dirigem o funcionamento desses sistemas, e a incorporação das novas questões que vão surgindo, como a de land-grabbing e de governança.

O governo brasileiro avançou positivamente ao criar uma agenda política que incorporou a SAN, conseguindo sair do Mapa da Fome em 2014 e promovendo outras ações positivas. Porém, ainda se divide entre a adoção de um novo modelo de desenvolvimento que reduza a desigualdade e promova a SAN para todos e o padrão de desenvolvimento que estimula o crescimento da produção de commodities, às custas dos recursos naturais que podem no futuro limitar a produção de alimentos para a população brasileira.

Assim, apesar dos avanços, para uma maior efetividade de todos os programas e políticas direcionados à SAN, é necessário seguir adiante na pesquisa e no entendimento das articulações e dinâmicas locais com relação à produção de alimentos (ainda com dados escassos), da contaminação por agroquímicos, das estruturas de comercialização e abastecimento (muito baseadas em circuitos informais e sem controle) e da estrutura emergencial brasileira para lidar com situações de vulnerabilidade. Falta ainda o entendimento de como a população, principalmente urbana, percebe a dependência humana dos serviços ambientais como componente fundamental para a alimentação e uma compreensão sobre as inter-relações entre essa consciência da população e o comprometimento da sociedade para com as ações de mitigação e adaptação às MAGs que possam apoiar estratégias para garantir a SAN para a sociedade brasileira no futuro.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES o suporte financeiro concedido a esta pesquisa.

REFERÊNCIAS

ABRAMOVAY, R. Alimentos versus população: está ressurgindo o fantasma malthusiano? *Ciência e Cultura*, São Paulo, v. 62, n. 4, p. 38-47, out. 2010. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=S0009-67252010000400013&script=sci_arttext>. Acesso em: 07 ago. 2011.

ADGER, W. N. Vulnerability. *Global Environmental Change*, v. 16 n. 3, p. 268-281, 2006.

ADGER, W. N.; BROWN, K. Adaptation, Vulnerability and Resilience to Environmental Change: Ecological and Social Perspectives. In: **A Companion to Environmental Geography**. CASTRE, N.; DEMERITT, D.; LIVERMANN, D.; RHOADS, B. (Ed.). Oxford: Wiley-Blackwell, p. 109-122, 2009.

ALVES, H. P. F. Vulnerabilidade socioambiental na metrópole paulistana: uma análise sociodemográfica das situações de sobreposição espacial de problemas e riscos sociais e ambientais. São Paulo: **Revista Brasileira de Estudos Populacionais**, v. 23, n. 1, p. 43-59, jan-jun. 2006.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conjuntura dos recursos hídricos 2014**: encarte especial sobre a crise hídrica. Brasília: ANA, 2015. 30p.

ANVISA – AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Programa de análise de resíduos de agrotóxicos em alimentos (PARA)**: relatório de atividades de 2010. Brasília: ANVISA, 5 dez. 2011.

BECK, U. **Sociedade do Risco**: rumo a uma outra modernidade. Tradução de Sebastião Nascimento. São Paulo: Editora 34, 2010.

BERBERT, S. Crise hídrica prejudica produção de hortaliças no Cinturão Verde de São Paulo. **Revista Globo Rural** – notícias, 30 de jan. de 2015. Disponível em: <<http://revistagloborural.globo.com/Noticias/Agricultura/noticia/2015/01/crise-hidrica-prejudica-producao-de-hortalicas-na-regiao-do-cinturao-verde.html>> Acesso em: 05 fev. 2015.

BOSERUP, E. The impact of population growth on agricultural output. *The Quarterly Journal of Economics*, v. 89, n. 2, p. 257–270, 1975. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/1884430>> Acesso em: 15 ago. 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Guia alimentar para a população brasileira**. Brasília: MS, 2014. 156 p.

_____. Ministério do Desenvolvimento Agrário. **Fome Zero**: a experiência brasileira. SILVA, J. G. da; GROSSI, M. E. del; FRANÇA, C. G. de (Org.). Brasília: MDA, 2010a. Disponível em: <https://www.fao.org.br/download/Seguranca_Alimentar_Portugues.pdf> Acesso em: 20 ago. 2011

_____. Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome. **CONSEA. Construção do sistema e da Política Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional**: a experiência brasileira. FAO e IICA. Brasília: MDS, nov. 2009.

_____. Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome. CONSEA. Resumo executivo. **A Segurança Alimentar e Nutricional e o Direito Humano à Alimentação Adequada no Brasil Indicadores e Monitoramento** – da Constituição de 1988 aos dias atuais. Brasília: MDS, nov. 2010b.

_____. Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome. Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (SISAN) – **Avanços e Desafios na Gestão do Sistema**. Brasília: MDS, jun. 2013

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional sobre Mudança do Clima**. Brasília: MMA, 2008.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima**. Consulta à página oficial na internet. MMA, 2015. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/clima/adaptacao/plano-nacional-de-adaptacao>> Acesso em: 10 dez. 2015

BROOKFIELD, H. Exploring agrodiversity. New York: Columbia University Press, 2001.

BROWN, L. **The New Geo-politics of Food, Foreign Policy**. 2011. Disponível em: <<http://foreignpolicy.com/2011/04/25/the-new-geopolitics-of-food/>>. Acesso em: 28 jun. 2011.

CARMO, R. L. População e Mudanças Ambientais Globais. **Revista Multiciência**, Campinas. Mudanças Climáticas, n. 8, p. 65-87, maio 2007.

CCAFS – CLIMATE CHANGE, AGRICULTURE AND FOOD SECURITY. Themes of research. 2011. Disponível em: <<http://ccafs.cgiar.org/our-work/research-themes/progressive-adaptation>> Acesso em: 15 jun. 2011.

CHAPPELL, M. J.; LAVALLE, L. A. Food security and biodiversity: can we have both? An agroecological analysis. **Agriculture and Human Values**, v. 28, n.1, p. 3-26, fev. 2011.

CLEMENTS, E. A.; FERNANDES, B. M. Land grabbing, agribusiness and the peasantry in Brazil and Mozambique. *Agrarian South: Journal of Political Economy*, n. 2, v. 1, p. 41-69. 2013.

CORDELL, D.; DRANGERT, J.-O.; WHITE, S. The story of phosphorus: Global food security and food for thought. **Global Environmental Change**, v. 19, n. 2, p. 292-305, mai. 2009.

EAKIN, H. What is Vulnerable? In: INGRAM, J. S. I.; ERICKSEN, P.; LIVERMAN, D. (Org.). **Food security and global environmental change**. London: Earthscan, p. 78-86, 2010.

ERICKSEN, P. Conceptualizing food systems for a global environmental change research. **Global Environmental Change**, v. 18, n. 1, p. 234-245, fev. 2008.

ERICKSEN, P. J. *et al.* The value of a food system approach. In: INGRAM, J. S. I., ERICKSEN, P. J.; LIVERMAN, D. (Org.). **Food Security and Global Environmental Change**. London: Earthscan, 2010.

ERICKSEN, P. *et al.* Mapping hotspots of climate change and food insecurity in the global tropics. CCAFS Report n°. 5. CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS). Copenhagen: CCCAFS, 2011. Disponível em: <www.ccafs.cgiar.org>. Acesso em: 06 ago. 2011

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Rome Declaration on World Food Security and World Food Summit Plan of Action; World Food Summit, 13-17 November 1996, Rome, Italy. Rome: FAO, 1996.

_____. **Food Security**. Policy Brief. Rome: FAO, n. 2, jun. 2006. Disponível em: <<http://www.fao.org/forestry/13128-0e6f36f27e0091055bec28ebe830f46b3.pdf>> Acesso em: 09 ago. 2011.

_____. **Cai o número de pessoas que passam fome no mundo**. FAO Notícias. Brasília: FAO, 16 de setembro de 2014. Disponível em: <<https://www.fao.org/cnppfm.asp>> Acesso em: 05 out. 2014.

_____. **Food-based dietary guidelines**. Rome: FAO, 2015. Disponível em: <<http://www.fao.org/nutrition/education/food-dietary-guidelines/background/en/>> Acesso em: 20 ago. 2015.

_____. **The impact of disasters on agriculture and food security**. Rome: FAO, 2015

Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i5128e.pdf>> Acesso em: 14 dez. 2015.

FAO, IFAD, WFP – Food and Agriculture Organization of the United Nation, International Fund for Agricultural Development, World Food Program. **The State of Food Insecurity in the World 2014. Strengthening the enabling environment for food security and nutrition**. Rome: FAO, 2014.

FOLEY, J. A. Boundaries for a healthy planet. **Scientific American**, v. 302, n. 4, p. 54-57, 2010.

GALINDO, F.; PORTILHO, F. “O peixe morre pela boca”: como os consumidores entendem os riscos dos agrotóxicos e dos transgênicos na alimentação. **Sustentabilidade em Debate**, Brasília, v. 6, n. 2, p. 73-87, mai/ago 2015.

GODFRAY, H.; CHARLES J.; GARNETT, T. Food security and sustainable intensification. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, v. 369, n. 1639, fev. 2014.

GRAIN. **Land grab deals**. Barcelona: GRAIN, jan, 2012. Disponível em: <<https://www.grain.org/article/entries/4479-grain-releases-data-set-with-over-400-global-land-grabs>> Acesso em: 25 jul. 2014.

HODBOD, J.; EAKIN, H. Adapting a social-ecological resilience framework for food systems. **Journal of Environmental Studies and Sciences**, v. 5, n. 3, p. 474-484, set. 2015.

HOLLING, C. S. Surprise for Science, Resilience for Ecosystems, and Incentives for People. **Ecological Applications**, v. 6, n. 3, 1996.



IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de Saúde 2013:** percepção do estado de saúde, estilos de vida e doenças crônicas: Brasil, grandes regiões e unidades da federação. IBGE: Rio de Janeiro, 2014. 180 p.

_____. **Indicadores de desenvolvimento sustentável:** Brasil: 2015 / IBGE,

Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais e Coordenação de Geografia. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. 352 p.

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate Change 2007: Synthesis Report.** Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC: Geneva, 2007.

_____. **Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects.** Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press: Cambridge, 1132 p., 2014.

JUHOLA, S.; NESET, T. Vulnerability to climate change in food systems – challenges in assessment methodologies. In: PALOVIITA, A.; JÄRVELÄ, M. (Org.). **Climate Change Adaptation and Food Supply Chain Management.** Routledge, Taylor & Francis, p. 57- 69, 2015.

LIMA, M. A.; ALVES, B. J. R. **Vulnerabilidades, impactos e adaptação à mudança do clima no setor agropecuário e solos agrícolas.** Parcerias Estratégicas, Brasília, n. 27, dez. 2008.

LIMA, J. E. F. W.; SILVA, E. M. da; JUSCELINO, A. de A. **Uso racional da água na agricultura.** In: Parron, L. M.; Aguiar, L. M. de S.; Duboc, E.; Oliveira Filho, E. C.; Camargo, A. J. A. de; AQUINO, F. de G. (Ed. Tec.). **Cerrado: desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável.** Planaltina: Embrapa Cerrados, Cap. 3, p. 63-91, 2008.

MARTINELLI, L. A.; FILOSO, S. Balance between food production, biodiversity, and ecosystem services in Brazil: a challenge and an opportunity. **Biota Neotrópica**, São Paulo, v. 9, n. 4, 2009.

MARTINELLI, L. A. *et al.* **Agriculture in Brazil:** impacts, costs, and opportunities for a sustainable future. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, v. 2, n. 5-6, p. 431-438, dez. 2010.

MARQUEZ, L. **Capitalismo e Colapso Ambiental:** Editora da Unicamp, 2015.

MARTINS, R. D'A.; FERREIRA, L. C. **Vulnerabilidade, adaptação e risco no contexto das mudanças climáticas.** *Mercator*, Fortaleza, v. 11, n. 26, p. 237-251, set./dez.2012.

McMICHAEL, P. Food system sustainability: Questions of environmental governance in the new world (dis)order. **Global Environmental Change**, v. 21, n. 3, p. 804-812, ago. 2011.

MONDINI, L. *et al.* Evolução dos preços de alimentos em São Paulo, Brasil, 1980-2009: considerações sobre o acesso à alimentação saudável. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 42, n. 2, mar./abr. 2012.

MONTEIRO, C. A. *et al.* Dietary guidelines to nourish humanity and the planet in the twenty-first century. A blueprint from Brazil. **Public Health Nutrition**, v. 18, n. 13, p. 2311-2322, set. 2015. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1017/S1368980015002165>> Acesso em: 08 set. 2015.

NASCIMENTO, A. L.; ANDRADE, S. L. L. S. **Segurança alimentar e nutricional:** pressupostos para uma nova cidadania? *Ciência e Cultura*, São Paulo, v. 62, n. 4, p. 34-38, out. 2010. Disponível em: <<http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v62n4/a12v62n4.pdf>> Acesso em: 27 jul. 2011.

NELSON, G. C. *et al.* **Food Security, Farming, and Climate Change to 2050** – Scenarios, Results, Policy Options. IFPRI Research monograph. Washington: International Food Policy Research Institute, 2010, 131 p.

NOLASCO, C. L. Local and Global Changes in an Urbanizing World: The Connections of Urban Agriculture within Cities. In: UGEC Viewpoints: Opportunities and Challenges for Sustainability in an Urbanizing World: Selections from the UGEC2010 Conference. UGEC, Tempe, 2011.

OCDE-FAO – Organisation for Economic Co-operation and Development & Food and Agriculture Organization of the United Nations. Chapter 2: **Brazilian agriculture**: perspectives e challenges. In: OECD-FAO Agricultural Outlook 2015-2024. Paris: OECD Publishing, 2015. Disponível em: <http://qdx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2015-em> Acesso em: 22 set. 2015.

OMS – ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases: report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation. WHO Technical Report Series, n°. 916. Geneva: World Health Organization, 2003.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. United Nations Millennium Declaration. ONU, 08 set. 2000. Disponível em: <http://www.un.org/en/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/55/2> Acesso em: 02 jul. 2014.

_____. Report of “Access to Land and the Right to Food”, Report of the Special Rapporteur on the right to food presented at the 65th General Assembly of the United Nations [A/65/281], 21 October 2010. ONU, 2010. Disponível em: <http://www.srfood.org/images/stories/pdf/official-reports/20101021_access-to-land-report_en.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2014.

_____. **Probabilistic Population Projections based on the World Population Prospects: The 2015 Revision**. Population Division, DESA. ONU, jul. 2015. Disponível em: <<http://esa.un.org/unpd/ppp/>> Acesso em: 02 set. 2015.

PAARLBERG, R. **Food Politics**: what everyone needs to know. Oxford, 2010.

RIBEIRO, W. **Impactos das mudanças climáticas em cidades no Brasil**. Parcerias Estratégicas, Brasília, n. 27, dez. 2008.

ROCHA, C. **A Contribuição da Economia para a Análise de Políticas Públicas de Segurança Alimentar e Nutricional**. In: Segurança Alimentar Nutricional: perspectivas, aprendizados e desafios para as políticas públicas. Rocha, C.; Burlandy, L.; Magalhães, R. (Org.). Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2013.

ROCKSTRÖM, J. *et al.* A safe operating space for humanity. *Nature*, v. 461, p. 472-475. 2009.

SATO, G. S. *et al.* **Fluxo de comercialização de hortaliças produzidas na região alto cabeceiras do Tietê**. In: XLIV Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural. SOBER: Fortaleza, 23-27 jul. 2006.

STEFFEN, W. *et al.* Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science*, v. 347, n. 6223, fev. 2015.

VON THÜNEN, J. H. (1826) *Der Isolierte Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und*

Nationalökonomie, Hamburg, Perthes. English translation by C. M. Wartenberg:

The Isolated State. Oxford: Pergammon Press, 1966.



WISNER, B. *et al.* **At Risk: Natural Hazards, People's Vulnerability and Disasters**. London: Routledge, 2. ed., 2004.

WHITE, R.; STEWART, B.; O'NEILL, P. **Access to food in a changing climate**. DEFRA Report. Oxford Institute of Ageing and the Environmental Change Institute. London: University of Oxford & DEFRA, 2010. Disponível em: <<http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/reports/2011-OIA-ECI-report.pdf>> Acesso em: 06 ago. 2011.

O Problema do Pós-consumo do Coco no Brasil: Alternativas e Sustentabilidade

The Post-consumption Problem of Green Coconut in Brazil: Alternatives and Sustainability

Adriana Pacheco Martins*
Pedro Luiz Rodrigues da Silva**
Toshiko Watanabe***
Camilla Borelli****
João Paulo Pereira Marcicano*****
Regina Aparecida Sanches*****

*Mestre em Têxtil e Moda, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.
End. Eletrônico: adrianapachecomar@gmail.com

**Mestre em físico-química, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.
End. Eletrônico: peluiz@fei.edu.br

***Professora do Centro Universitário da FEI, São Bernardo do Campo, São Paulo, Brasil.
End. Eletrônico: twatanabe@fei.edu.br

****Doutora em Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Brasil.
End. Eletrônico: cborelli@fei.edu.br

***** Livre Docente, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.
End. Eletrônico: joaomarcicano@yahoo.com.br

***** Livre Docente, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.
End. Eletrônico: regina.sanches@usp.br

doi:10.18472/SustDeb.v7n1.2016.16566

Recebido em 21.10.2015

Aceito em 22.03.2016

ARTIGO - VARIA

RESUMO

Esta revisão explora problema do pós-consumo do coco-verde no Brasil. Inicialmente foi feita uma investigação sobre os aspectos gerais da indústria do coco e de seus derivados. A origem



da geração dos subprodutos do coco e as consequências de tal indústria para a gestão rural e urbana também foram apontadas. Em seguida, foram pesquisados artigos e relatórios científicos para conferir as propriedades e as possíveis aplicações dos subprodutos do coco. Para complementar, foram apresentadas diferentes visões sobre o conceito teórico do desenvolvimento sustentável aplicado ao design de produtos. Como resultado, a literatura apresenta uma variada gama de potenciais aplicações para os subprodutos do coco em engenharia, entretanto, carece de pesquisas na área de gestão e logística da cadeia do coco. Conclui-se que os conceitos de sustentabilidade devem ser interpretados de forma ampla, mas também objetiva em pesquisas futuras a fim de viabilizar o consumo e o pós-consumo sustentável da fruta.

Palavras-chave: Biomassa. Coco-Verde. Fibra de Coco. Subproduto. Sustentabilidade.

ABSTRACT

This literature review explores the problem of post-consumption of green coconut in Brazil. It starts by offering an analysis of the general aspects of the coconut industry and its derivatives. It also highlights the origins of coconut by-products, as well as the impacts of the industry in rural and urban management. The properties and potential uses of coconut by-products are also evaluated. The review presents diverse theoretical approaches regarding the concept of sustainable development as applied to product design. Results reveal a wide range of potential applications of coconut by-products in the field of engineering, although there is still an evident lack of research into the management and logistics of the coconut production chain. We argue that the concept of sustainability must be interpreted broadly, but also objectively, in any future research in order to facilitate the sustainable consumption and post-consumption of the green coconut.

Keywords: Biomass. Green Coconut. Coconut Fibre. By-product. Sustainability.

1 INTRODUÇÃO

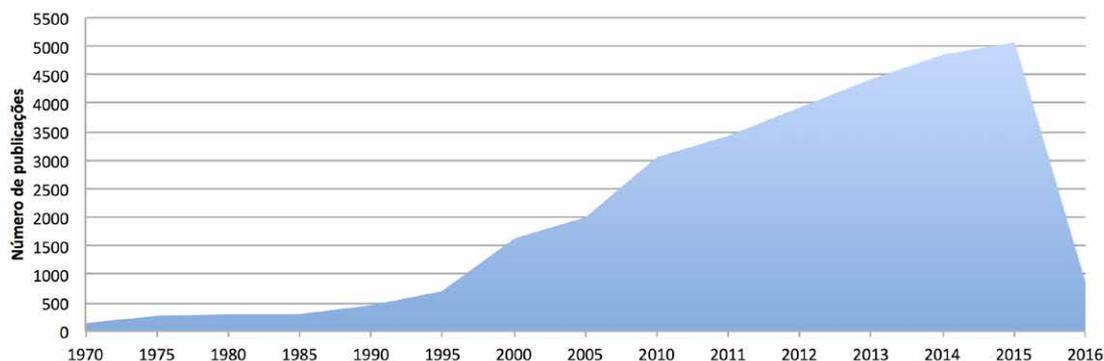
Esta revisão aborda o caso do pós-consumo da fruta coco e indica as alternativas de aproveitamento dos subprodutos do coco que têm sido discutidas pela literatura. As consequências da agroindústria do coco afetam diferentes aspectos do ambiente, por essa razão, buscou-se refletir sobre a questão da sustentabilidade em relação ao caso estudado. A vasta literatura estudada conta com detalhados relatórios de pesquisas empírica e histórica realizadas nacionalmente pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). Esta exerce forte influência na expansão da produção da fruta no Brasil, principalmente pelo desenvolvimento de variantes genéticas adaptadas para a agroindústria (SIQUEIRA *et al.*, 2002).

O aproveitamento dos subprodutos do coco é crescentemente discutido internacionalmente, principalmente nos últimos anos. A Figura 1 mostra a evolução da produção científica indexada no popular repositório “Google Acadêmico” a partir de uma busca com as palavras “coir”, “coconut fiber” e “fibra de coco”. Entretanto, são poucos os autores que associam o desenvolvimento tecnológico para o aproveitamento dos subprodutos do coco a um problema de gestão ambiental rural e urbana (ROSA *et al.* 2011b; SILVEIRA, 2008).

Grande parte dos estudos examinados limita-se ao desenvolvimento de tecnologias a serem aplicadas nos subprodutos do coco (pó, casca e fibras). Pouco se debate em relação às tecnologias de extração desses materiais (SILVEIRA, 2008) para que os mesmos possam ser empregados

como matéria-prima. Ainda menos, se contesta sobre projetos para gestão da distribuição e comercialização da fruta de maneira mais sustentável. Estas duas últimas lacunas podem ser consideradas como oportunidades para futuras pesquisas.

Figura 1 – Evolução da produção científica dedicada aos subprodutos do coco



Fonte: Google Acadêmico

Esta revisão é composta de três tipos de literatura; na primeira parte, o material explorado por meio de relatórios científicos, em sua maioria, tem o objetivo de atualização de dados em relação à produção e ao consumo do coco assim como os aspectos gerais relacionados ao caso. Buscou-se identificar as origens do problema.

Na segunda parte, foram apresentadas as propriedades dos subprodutos do coco por meio de pesquisas científicas nacionais e internacionais dedicadas à utilização desse material em diferentes aplicações e tecnologias.

Nessas duas etapas contou-se também com o suporte de fontes como periódicos para complementar o levantamento de dados. Por último, foram examinadas as visões de diferentes autores em relação ao conceito teórico de sustentabilidade empregado no desenvolvimento de produtos. Esta última parte tem como objetivo fazer uma reflexão sobre o problema estudado e sua importância para a sustentabilidade.

2 BREVE HISTÓRICO

O coqueiro é uma das palmeiras mais adaptáveis ao redor do globo, especialmente ao longo de 10 milhões de hectares em países tropicais (FAO, 2016). Seu fruto é extremamente consumido para a alimentação, bem como é utilizado na fabricação de produtos industrializados (MARTINS; JÚNIOR, 2011). Em muitos países, o coqueiro é conhecido como “árvore da vida”, devido às múltiplas possibilidades de aproveitamento de suas partes (BONTEMPO, 2008). A cultura do coqueiro data da Pré-história; o cultivo do coco no Sri Lanka e na Índia é milenar (MATHAI, 2005) e possui grande importância na economia de vários países asiáticos (VAN DAM, 2002).

Não se pode afirmar a origem do coco no Brasil, entretanto, a hipótese mais provável é de que os frutos tenham sido trazidos por navegantes europeus ou pelas correntes marítimas do sudoeste do Pacífico e da Ásia até as Américas (SIQUEIRA *et al.*, 2002). Em 2013 os principais produtores mundiais de coco eram a Indonésia, as Filipinas, a Índia e o Brasil. Estes com uma

produção de 18, 15, 12 e 3 milhões de toneladas, respectivamente (FAOSTAT, 2016). Em 2015 a produção nacional de coco, também chamado de coco-da-baía, sofreu uma queda de aproximadamente 1 milhão de toneladas (IBGE, 2016).

3 ASPECTOS GERAIS DA INDÚSTRIA DO COCO E DOS SEUS DERIVADOS

A cocoicultura exerce um papel importante na economia do Nordeste brasileiro, onde está localizada a maior parte da produção (66,5%). As regiões Norte, com 14,1% e Sudeste com 17% da produção também contribuem para o abastecimento nacional (PENHA *et al.*, 2005). As duas principais variedades de coqueiro cultivadas no Brasil são originárias do gênero *Cocos* da espécie *Cocos nucifera* L., sendo elas, a *typica* Nar (gigante), cujo fruto é colhido no 11º mês de maturação e destinado à retirada da poupa, a variedade *nana* Griff (anão) cujo fruto é colhido próximo do 8º mês, e é destinado à comercialização e industrialização da água de coco. O coqueiro híbrido é uma combinação das duas variedades (SIQUEIRA *et al.*, 2002; ARAGÃO *et al.*, 2005).

O coco-verde é uma das frutas mais consumidas nos litorais brasileiros. As múltiplas propriedades nutricionais da água de coco (BONTEMPO, 2008), como bebida isotônica e reidratante, contribuíram para o aumento da cultura do coco no Brasil, ao passo que incentiva a comercialização da bebida em forma *in natura* e envasada (FONTENELE, 2005). A água de coco também vem sendo testada na medicina e na biotecnologia, devido à propriedade estéril, onde pode ser usada como meio conservante ou de transfusão (PENHA *et al.*, 2005). Cerca de 60 milhões de litros de água de coco foram consumidos no País em 2008 (TAVARES, 2010). Segundo a consultoria Kantar World Panel, o volume de água de coco consumido entre 2014 e 2015 no Brasil aumentou em 15,5%; no mesmo período, o segmento de bebidas não alcoólicas apresentou queda de 8%. Em função desse crescimento, as principais indústrias do setor vêm investindo na ampliação das áreas de plantio, em tecnologias de produção, canais de distribuição, linhas de produto e marketing (SM, 2015).

Em relação aos subprodutos do coco, no passado, as fibras naturais duras como as do coco eram usadas na fabricação de produtos de baixo valor agregado, como na cordoaria e na tapeçaria, mas ao longo dos anos, a indústria de polímeros sintéticos assumiu a produção desses bens (JAYASEKARA; AMARASINGHE, 2010). Entre as décadas dos anos 1970 e 1980, no Brasil, a fibra de coco era utilizada na fabricação de estofamento de automóveis e na década de 1990 foi substituída pela espuma de poliuretano (SANTOS, 2006). Desde a segunda metade do século passado, a demanda por fibra de coco diminuiu gradualmente (RAJAN; ABRAHAM, 2007). Atualmente, devido a preocupações ambientais e ameaça de escassez de material sintético, grande valor tem sido dado aos materiais têxteis de origem natural, como fibra de coco (JAKUBOWSKA *et al.*, 2012). Em 2010 uma montadora de automóveis lançou a proposta de um carro-conceito com diversas soluções ecológicas em sua configuração, entre elas, o retorno ao uso de estofamento feito de fibra de coco e látex (FIAT, 2010).

O Brasil possui tradição no cultivo de fibras vegetais e expertise em tecnologia têxtil (DUARTE *et al.*, 2012). Entretanto, estima-se que apenas 10% do volume total de biomassa do coco seja aproveitado (BBC BRASIL, 2014). O fechamento do ciclo da cadeia agroindustrial do coco é viável no caso da indústria processadora, uma vez que esta tem a oportunidade de obter o subproduto da fruta *in loco* (MARTINS, 2013). Em contrapartida, a gestão do subproduto que é gerado do consumo do coco *in natura* ainda é um desafio. Isso devido a dificuldades burocráticas e de custo para a coleta e transporte do material, assim como inviabilidade tecnológica para a transformação desse material em perímetro urbano. Diante dessas limitações, projetos de iniciativa pública e privada para a gestão dos subprodutos do coco em áreas urbanas e litorâneas acabam sendo abandonados (BBC BRASIL, 2014).

A geração de subproduto do coco-verde é proporcional à produção da fruta (FERREIRA LEITÃO *et al.*, 2010), sendo assim, após a extração da água, o coco-verde gera um subproduto sólido que representa cerca de 80% a 85% do seu peso bruto (aproximadamente 2 kg) (ROSA *et al.* 2002). A efeito de comparação, outras fontes estimam que 10 kg de fibra podem ser extraídas de 1000 unidades de coco (FAO 2016).

Em 2013, a produção mundial de fibras de coco (coir) ultrapassou 1,2 milhão de toneladas, e os maiores produtores são (em mil toneladas): Índia (596), Vietnã (326), Sri Lanka (147), Tailândia (60) e Malásia (24) (FAO STAT, 2016). Nesses países, 80% da produção de fibra de coco é exportada como matéria-prima sem tratamento e é oriunda de pequenos produtores. Em suma, a maioria dos países em desenvolvimento não utiliza os subprodutos do coco na fabricação de produtos de alto valor agregado (FAO, 2016).

A China está se tornando a maior importadora de artefatos de fibra de coco da Índia. O país comunista importa a fibra e o fio para a fabricação de produtos no segmento de tapeçaria e jardinagem destinados ao comércio internacional a preços mais competitivos (FINANCIAL EXPRESS, 2011). Estatísticas da Food and Agriculture Organization (FAO) revelam que o Sri Lanka exportou cerca de 680 mil toneladas de fibra de coco no ano de 2011, sendo que 67% foram destinadas à China (FAO, 2012). Dados da produção sul-americana de fibras de coco não são expressos individualmente no relatório, assim como não são contabilizados pela FAO.

4 AS CONSEQUÊNCIAS DO PROBLEMA DO PÓS-CONSUMO DO COCO NO BRASIL

Do comércio in natura, assim como da industrialização da fruta, resultam subprodutos caracterizados como sendo a casca do coco e seus componentes. A falta de conhecimento sobre as propriedades dos subprodutos do coco pode ser um dos fatores que contribuem para o errôneo descarte desse material (ROSA *et al.*, 2001) em vez de ser amplamente aproveitado como insumo industrial.

O acúmulo desse material representa um problema para a gestão sanitária de diversas áreas rurais e urbanas além de ser nocivo ao ambiente quando despejado em aterros sanitários (SANTOS, 2006). A decomposição completa da casca de coco é lenta e pode levar cerca de 8 anos (CARIJO *et al.*, 2002). Esse fato, associado à volumosa dimensão unitária, torna a casca do coco um material de difícil manutenção para gestão sanitária urbana.

As praias do litoral brasileiro geram numerosas quantidades de subprodutos do coco. Em Fortaleza, cerca de 150 toneladas de cascas de coco-verde são descartadas por dia (OLIVEIRA, 2010). Aracaju gerou uma média de 1,4 tonelada por mês no ano de 2007 (BITTENCOURT, 2008). No litoral carioca, de 100 a 180 toneladas do mesmo material são coletadas nos fins de semana na alta estação (RIO DE JANEIRO, 2011). Em Salvador, cerca de 2.800 unidades de casca de coco são lançadas em temporada de pico (SILVEIRA, 2008).

Como toda matéria orgânica, as cascas de coco quando depositadas em aterros sanitários, em condições anaeróbicas, além de ocupar grandes espaços, sua decomposição natural é responsável pela produção e liberação de metano. Depois do dióxido de carbono, o metano é o segundo principal gás causador do efeito estufa, que contribui para o aquecimento global (PASSOS, 2005). Quando os subprodutos do coco são dispostos a céu aberto, podem contaminar o solo, por em risco a saúde local, deteriorar a área e o ambiente (SILVEIRA, 2008). De acordo com a Lei 12.305, de 2 de agosto de 2010, que decreta Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)



(BRASIL, 2010), o subproduto do coco possui características para ter a destinação final ambientalmente adequada, entretanto, este acaba sendo erroneamente tratado como um rejeito.

Vários estudos, apresentados no item 5, comprovam que a casca de coco possui propriedades que justificam a utilização desse subproduto como insumo produtivo. A biomassa lignocelulósica, como as cascas de coco, é um recurso versátil e valioso que é inexoravelmente gerado na agroindústria. Portanto, a utilização desse material não compromete a indústria de alimentos e bebidas, mas, sim, evita o acúmulo inapropriado de material obsoleto no ambiente (FERREIRA-LEITÃO *et al.*, 2010). O não aproveitamento do material representa um custo a ser financiado pela sociedade no processo de descarte (SENHORAS, 2004). Sendo assim, a recuperação desse material, no sentido de reutilizá-lo em outros ciclos produtivos sustentáveis, torna-se uma necessidade (CORRADINI *et al.*, 2009) assim como uma solução viável para o problema do pós-consumo do coco (ANTUNES *et al.*, 2013).

O termo biomassa designa todo material orgânico e biodegradável, quer em estado natural (matéria-prima) ou na condição de subproduto, que pode ser usado como energia renovável e cuja combustão é neutra de emissão de CO₂. Exemplos comuns de biomassa são grãos alimentícios, bagaço de cana, frutas e vegetais, resíduos lignocelulósicos, palhas, cascas de nozes, árvores, resíduos de madeira, lodo, resíduos alimentares, óleos vegetais e resíduos animais (BASU, 2010). Por sua vez, a indústria do coco é uma fonte produtora de biomassa.

5 CARACTERÍSTICAS E PROPRIEDADES DAS FIBRAS DE COCO E SUAS APLICABILIDADES

A casca do coco é composta basicamente de dois elementos principais, sendo eles uma camada interna lenhosa chamada endocarpo, a qual protege a poupa, e uma camada externa e mais espessa rica em membrana e fibra (VAN DAM, 2002). A membrana se assemelha a um pó e possui características adequadas para ser utilizada como substrato no cultivo de diversas espécies vegetais (ROSA *et al.*, 2002), por isso, é amplamente empregada nos setores de agricultura e jardinagem. Já as fibras do coco-verde, que correspondem a cerca de 30% do mesocarpo (VAN DAM, 2002), podem ser aplicadas em diversas áreas.

A fibra de coco é uma fibra lignocelulósica, qualificada como dura devido ao alto teor de lignina (VARMA *et al.*, 1984), um constituinte químico presente na madeira e em outras fibras como o linho. A lignina representa de 37% a 43 % da fibra de coco, já a cellulose varia de 31% a 37% (CORRADINI *et al.*, 2009). As fibras de coco possuem coloração marrom-amarelada, comprimento médio de 15 cm e a finura entre 14 e 24 μm (CRAWSHAW, 2002). Além da composição química, também podemos citar as propriedades físicas, como os valores dos parâmetros de médios de tenacidade (11 cN/tex), o alongamento (42%) e a densidade linear (19 tex) (RAO; DUTTA; UJWALA, 2005); esses valores indicam que as fibras de coco são altamente resistentes, possuem boa elasticidade, além de possuírem resistência à ação microbiana e à água salgada (VAN DAM, 2002).

O processo mecânico de extração de fibra de coco é detalhadamente apresentado em Silveira (2008). Após esse processo, muitos produtos podem ser fabricados a partir das fibras de coco nas mais variadas áreas (MARTINS *et al.*, 2013). Nesse sentido, Costa *et al.* (2014) avaliou as propriedades das fibras de coco e de outras fibras vegetais com o objetivo de verificar o potencial destas para serem empregadas no design de produtos sustentáveis. Os resultados indicaram que as primeiras possuem qualidades promissoras para aplicabilidades na indústria de materiais compósitos e na engenharia civil. A Tabela 1 mostra alguns outros exemplos.

Tabela 1 – Aplicações dos subprodutos do coco

Aplicações	Autor(es)
Absorção de íons metais tóxicos em efluentes industriais	SOUSA <i>et al.</i> , 2010
Biocompósitos	ROSA <i>et al.</i> , 2011a
Biodiesel	AVELINO GONÇALVES <i>et al.</i> , 2015
Briquetes	SILVEIRA, 2008
Compósitos de matrizes poliméricas	LEÃO <i>et al.</i> , 2015
Construção civil	FERRAZ <i>et al.</i> 2011
Filamentos de carbono ativado para a fabricação de têxteis de alta <i>performance</i> 37.5®	THIRTYSEVENFIVE, 2015
Geotêxteis	LAWRENCE; COLLIER, 2010
Imobilização da lacase usado no clareamento de suco de maçã	DE SOUZA BEZERRA, 2015
Indústria automotiva	SALAZAR <i>et al.</i> , 2011
Material têxtil	MARTINS <i>et al.</i> , 2013
Painéis de isolamento acústica	FOULADI <i>et al.</i> , 2009
Painéis de isolamento térmica	MUKHOPADHYAY <i>et al.</i> , 2011
Paisagismo e Jardinagem	COSTA <i>et al.</i> , 2006
Placas de madeira compensada	CALAYAG, 2015
Polpa de celulose para fabricação de papel	MAIN <i>et al.</i> , 2015
Produção de enzimas	OLIVEIRA, 2010
Produção de nanofibras de celulose	NASCIMENTO <i>et al.</i> , 2014
Remoção de fluoreto de soluções aquosas	BHAUMIK; MONDAL, 2015
Substrato agrícola	MIRANDA <i>et al.</i> , 2014
Tratamento de efluentes da Indústria Têxtil	CRISTOVÃO <i>et al.</i> , 2012

Fonte: Os autores.

As fibras da casca do coco possuem outras propriedades que se mantêm ativas por um longo período e que impactam em alto desempenho se empregadas como substrato agrícola no paisagismo e no plantio de hortaliças, dispensando a utilização de solo. Entre essas propriedades estão os níveis ótimos de porosidade, absorção e resistência aos fertilizantes (ARAGÃO *et al.*, 2005). A fibra de coco tornou-se substituta ao xaxim de samambaia-açu (*Dicksonia sellowiana*) proibida pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) desde 2001, devido à ameaça de extinção (RIO DE JANEIRO, 2001; COSTA *et al.*, 2006).

A fibra de coco confere vantagens em relação aos outros materiais de origem sintética quando empregada em geotêxteis, tanto por possuir alta resistência quanto por ser um material 100% natural e biodegradável em um espaço de tempo satisfatório para essa finalidade (MATHAI, 2005). Geotêxtil é o termo dado a um material têxtil permeável desenvolvido para ser utilizado na engenharia civil ou para aplicação técnica em contato com o solo, com a finalidade de controle da erosão e estabilização de solos e rios. A forma mais comum de geotêxteis é em não tecido também chamados de mantas ou biomanta (LAWRENCE; COLLIER, 2010).



Todas essas possibilidades no cenário da fibra de coco são de grande importância para a gestão de resíduos agroindustriais. Acredita-se que com o desenvolvimento de tecnologias adequadas para o aproveitamento dos subprodutos do coco, tal material deixaria de ser conceituado como resíduo e passaria a ser visto como uma matéria-prima (ROSA *et al.*, 2011b).

6 PERSPECTIVA TEÓRICA SOBRE O COMPROMISSO COM A SUSTENTABILIDADE NO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

O conceito de Desenvolvimento Sustentável, surgiu na década de 1980 por meio da publicação “Nosso Futuro Comum” e afirmou-se nos anos de 1990 durante o encontro da Comissão das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável (Cnuds), realizado no Rio de Janeiro (CMMAD, 1991). Na ocasião, foram determinadas metas para reduzir o impacto ambiental e social (AGENDA 21, 1992). Fundamentado nos princípios desse conceito, Sachs (2004) defende que o cumprimento de tal ideal está baseado no imperativo ético e equilibrado com relação à produção da geração atual sem comprometer os recursos das gerações futuras. O economista também propõe a reflexão sobre outros pilares do desenvolvimento sustentável, sendo eles, o pilar cultural, político e territorial além do social, ambiental e econômico já estabelecidos.

Os ideais do desenvolvimento sustentável ajudaram a discutir sobre o papel fundamental da integração de critérios ambientais nas atividades industriais e gerenciais. Entre as iniciativas favoráveis à sustentabilidade podem-se citar as políticas para aquisição de materiais de baixo impacto ambiental, o design de produtos e serviços mais eficientes e duráveis, o aumento do reúso e da reciclagem, assim como o incentivo ao consumo consciente. Com base nos princípios do desenvolvimento sustentável, constrói-se a noção de se desenvolver produtos que sejam sustentáveis. Ou seja, produtos capazes de proporcionar múltiplos benefícios, entre eles, o econômico, concebido por meio do uso inteligente dos recursos e materiais, e da satisfação do usuário com um produto mais eficiente e, conseqüentemente, mais valorizado (FAUD-LUKE, 2009).

Sachs (2007) também sugere que uma estratégia de desenvolvimento sustentável deve ser baseada no uso diversificado dos recursos naturais de forma racional; consciente de que as atividades econômicas, antes de qualquer coisa, fazem parte de um ambiente natural. Por essa razão, este autor acredita que o gerenciamento inteligente dos recursos da natureza é favorável no caso de países tropicais como o Brasil, uma vez que este possui condições suficientes para exercer suas atividades de maneira sustentável utilizando seus próprios recursos, como por exemplo, a biomassa.

Diegel *et al.* (2010) argumentam que após a consolidação do conceito de sustentabilidade, designers e engenheiros posicionaram-se mais conscientes diante da preservação dos recursos naturais, entretanto, o termo se popularizou mais do que se desenvolveu na prática. A sustentabilidade foi incorporada na educação com a responsabilidade de conduzir o progresso a longo prazo. No entanto, a definição do conceito “sustentável” confundiu-se entre uma real conscientização, uma moda ou um apelo de marketing. A metodologia de concepção do eco-design e do design sustentável serve como um exercício de conscientização assim como de potencialização do uso das tecnologias. Todavia, pouco se explora com relação aos métodos de manufatura dos produtos, ou se estes produtos sustentáveis são, de fato, capazes de atender à demanda da produção em massa (DIEGEL *et al.*, 2010).

Outros autores argumentam que as visões anteriormente discutidas ainda abordam questões essencialmente pragmáticas (GARCEZ; VIANA, 2009), tratam-se apenas da substituição de materiais de alto impacto ambiental por processos ou materiais mais ecológicos ou passíveis de reciclagem. Não se discute o objetivo do design (o objetivo de se fabricar determinado produto), o contexto o qual ele está inserido, ou se o objetivo do design é capaz de sustentar relações que vão além dos interesses meramente comerciais (FRY, 2009).

A sustentabilidade deve considerar a relação sistêmica entre os atores envolvidos no ambiente. Isso se refere às responsabilidades que cabem aos agentes da sociedade industrial contemporânea inseridos em economias agrícolas e as suas relações com a produção e o consumo dos recursos naturais. As sociedades exigem das indústrias medidas concretas em relação à responsabilidade ambiental e ao manejo das atividades. Nesse sentido, o gerenciamento do fluxo de material e energia, de modo a fechar o ciclo da cadeia produtiva, melhora o relacionamento entre as atividades industriais e o ambiente (PACHECO; HOFF, 2013).

7 CONCLUSÃO

O estudo indicou que a potencial biomassa do coco continua sendo erroneamente tratada como rejeito devido à falta de gestão e logística voltada para a sustentabilidade na cadeia do coco. Ainda assim, há uma forte tendência de crescimento no consumo da fruta para os próximos anos, o que, conseqüentemente, levará ao aumento da geração de subproduto. Instituições de pesquisa como Embrapa, IBGE e FAO fornecem dados precisos em relação ao volume de produção do coco, contudo, não foram encontradas evidências que informem o volume total de subprodutos do coco que é aproveitado industrialmente e a parcela que é disposta como rejeito no Brasil.

A utilização dos subprodutos do coco tem sido amplamente discutida nas pesquisas científicas nacionais e internacionais. Entretanto, a literatura carece de estudos sobre: i) a gestão da comercialização e distribuição sustentável da fruta coco em perímetro urbano; ii) o desenvolvimento de tecnologias viáveis de extração de fibras de coco; iii) gestão sustentável dos subprodutos do coco em áreas urbanas e litorâneas; e iv) sobre o impacto da industrialização da água de coco. Essas lacunas são consideradas como relevantes oportunidades para futuras pesquisas.

A literatura corrobora o fato de que o conceito de sustentabilidade deve ser incorporado ao desenvolvimento de produtos, entretanto, ele deve ir além da questão pragmática. Não se trata da simples substituição de materiais ou métodos poluentes por outros mais “amigáveis ao meio ambiente” ou simplesmente naturais para fabricar os mesmos produtos, com os mesmos objetivos comerciais. A sustentabilidade deve ser interpretada de forma ampla e ainda assim, objetiva, colocando o objeto e sua função no mundo como o centro da questão. Os autores deste artigo acreditam que essas abordagens sobre os conceitos da sustentabilidade podem ser desenvolvidas em pesquisas futuras que se dediquem não somente ao desenvolvimento específico de um produto com aplicação da biomassa do coco, mas também em projetos para viabilização sustentável da cadeia do coco como um todo.

REFERÊNCIAS

AGENDA 21. **Programme of Action for Sustainable Development**. 14 jun. 1992. Disponível em: <<http://sustainabledevelopment.un.org/index.php?page=view&nr=23&type=400&menu=35>>. Acesso em: 02 set. 2015.

- ANTUNES, M. C. *et al.* Fatigue Life of Coir Fiber Reinforced PP Composites: Effect of Compatibilizer and Coir Fiber Contents. **Polym Eng Sci**, 53, p. 2159-65, 2013.
- ARAGÃO, W. M.; SANTOS, V.; ARAGÃO, F. Produção de Fibra de Cultivares de Coqueiro. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2005. 4 p. Comunicado Técnico 36.
- BASU, P. **Biomass gasification and pyrolysis: practical design and theory**. Academic press, 2010.
- BBC BRASIL. **Custos fazem empresários desistirem de reciclar coco em São Paulo**. São Paulo, 17 fev. 2014. Disponível em: <http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2014/02/140207_coco_reciclagem_abre_pai>. Acesso em: 18 mar. 2016.
- BEZERRA, T. M. de S. *et al.* Covalent immobilization of laccase in green coconut fiber and use in clarification of apple juice. **Process Biochemistry**, v.3, n. 50, p. 417-423, 2015.
- BHAUMIK, R.; MONDAL, N. K. Adsorption of fluoride from aqueous solution by a new low-cost adsorbent: thermally and chemically activated coconut fibre dust. **Clean Technologies and Environmental Policy**, v. 8, n. 17, p. 2157-2172, 2015.
- BONTEMPO, M. **O poder medicinal do coco e do óleo de coco extravirgem**. São Paulo: Alaúde Editorial, 2008.
- BRASIL, Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, e dá outras providências. Brasília, DF, 2 ago. 2010.
- CALAYAG, M. B. Value Analysis of Coco Board for Production Sustainability. In: **Industrial Engineering, Management Science and Applications 2015**, Springer Berlin Heidelberg. p. 45-53, 2015
- CARIJÓ, O. A.; LIZ, R. S.; MAKASHIMA, N. Fibra da casca do coco-verde como substrato agrícola. **Horticultura Brasileira**. v. 4, n. 20, p. 533-535, 2002.
- CMMAD – Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. **Nosso Futuro Comum**. Rio de Janeiro: Editora Fundação Getúlio Vargas, 1991.
- CORRADINI, E. *et al.* Composição Química, Propriedades Mecânicas e Térmica da fibra de frutos de cultivares de coco-verde. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 3, p. 837-846, 2009.
- COSTA, A. C. de S.; LIMA, G. B. A.; DIAS, J. de. C. Estratégias de reutilização de resíduos: o caso do projeto coco-verde. In: **Simpósio de Engenharia de Produção, 2006, Bauru. Anais do Simpósio de Engenharia de Produção**, Bauru, 2006.
- COSTA, C. R.; RATTI, A.; DEL CURTO, B. Product development using vegetable fibers. **International Journal of Design & Nature and Ecodynamics: a transdisciplinary journal relating nature, science and the humanities**, v. 9, p. 237-244, 2014.
- CRAWSHAW, G. H. **Carpet manufacture**. New Zealand: Chaucer press Limited, 2002.
- CRISTOVÃO, R. O. *et al.* Green coconut fiber: a novel carrier for the immobilization of commercial laccase by covalent attachment for textile dyes decolorization. **World Journal of Microbiology & Biotechnology**, v. 28, n. 9, p. 2827-2838, 2012.
- DIEGEL, O.; SINGAMNE, R.; WITHELL, A. Tools for Sustainable Product Design: Additive Manufacturing. **Journal of Sustainable Development**, v. 3, n. 3, p. 69-75, 2010.

DUARTE, A. Y. S. *et al.* Ethnobotany of Natural Fibres – *Bactris setosa* (tucum) in a Traditional Rural Community. *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe*. v. 20, n. 2, p. 18-20, 2012. **Open access**. Disponível em: <<http://www.fibtex.lodz.pl>>. Acesso em: 25 fev. 2013.

FAO. Food and Agriculture Organization of The United Nations. **Future fibers: Statistical Bulletins**. 2012. Disponível em: <<http://www.fao.org/economic/futurefibers/resources2/en/>>. Acesso em: 23 jun. 2013.

FAO. Food and Agriculture Organization of The United Nations. **Future fibers: Coir**, Disponível em: <<http://www.fao.org/economic/futurefibers/fibres/coir/en/>>. Acesso em: 18 mar. 2016.

FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of The United Nations Statistics Division. 2014. Disponível em: <http://faostat3.fao.org/browse/Q/*/E>. Acesso em: 14 mar. 2016.

FAUD-LUKE, A. **The eco-design handbook**. Londres: Thames & Hudson, 2009.

FERRAZ, J. M. *et al.* Effects of treatment of coir fiber and cement/fiber ratio on properties of cement-bonded composites. **BioResources**, v. 2, n. 6, p. 3481-3492, 2011.

FERREIRA-LEITÃO, V. *et al.* **Biomass Residues in Brazil: Availability and Potential Uses. Waste Biomass** Valor, p. 65-76, 2010.

FIAT. **Uno Ecology**. 2010. Disponível em: <<http://www.fiat.com.br/sustentabilidade/produto/uno-ecology.html>>. Acesso em: 29 jan. 2014

FINANCIAL EXPRESS. **China to become India's largest trading partner in coir products**. Jul. 2011. Financial Express. Disponível em: <<http://search.proquest.com/docview/875682914?accountid=9670>>. Acesso em: 29 jun. 2014

FONTENELE, R. E. S. Cultura do Coco no Brasil: caracterização do mercado atual e perspectivas futuras. In: **Congresso da Sober**, 2005. Ribeirão Preto. Anais do Congresso da Sober, 2005. p. 1- 20.

FOULADI, M. H. *et al.* Utilization of coir fiber in multilayer acoustic absorption panel. **Applied Acoustics**, v. 3, n. 71, p. 241-249, 2010.

FRY, T. **Sustainability, ethics and new practice**. Nova York: Berg Publishers, 2009.

GARCEZ, C. A. G.; VIANA, J, N. de S. Brazilian Biodiesel Policy: Social and Environmental considerations of Sustainability. **Energy**, v. 5, n. 34, p. 645-654, 2009.

GONÇALVES, F. A.; SILVINO. dos. S. E.; RIBEIRO. de. M. G. Use of cultivars of low cost, agroindustrial and urban waste in the production of cellulosic ethanol in Brazil: A proposal to utilization of microdistillery. **Renew and Sustain Energy Rev**, n. 50, p. 1287-303, 2015.

IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Pesquisa Estatística, 2016. 78 p. v. 29, n. 01.

JAKUBOWSKA , A. K.; BOGACZ, E.; MALGORZATA, Z. Review of Natural Fibers. Part I – Vegetable Fibers. **Journal of Natural Fibers**. v. 3, n. 9, p. 150-167, 2012.

JAYASEKARA, C.; AMARASINGHE, N. Coir – Coconut Cultivation, Extraction and Processing of Coir. In: MÜSSIG, J. (Org.). **Industrial Applications of natural Fibres: Structure, Properties and Technical Applications**. John Wiley & Sons Ltd. 2010.



- LAURENCE, C.; COLLIER, B. Natural Geotextiles. In: LAURENCE, C.; COLLIER, B. (Org.). **Biodegradable and Sustainable Fibres**. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2005. p. 343-366.
- LEÃO, R. M. *et al.* Surface Treatment of Coconut Fiber and its Application in Composite Materials for Reinforcement of Polypropylene. **Journal of Natural Fibers**, v. 6, n. 12, p. 574-586, 2015.
- MAIN, N. M. *et al.* Linerboard Made from Soda-Anthraquinone (Soda-AQ) Treated Coconut Coir Fiber and Effect of Pulp Beating. **BioResources**, v. 4, n. 10, p. 6975-6992, 2015.
- MARTINS, C. R.; JUNIOR, L. A. de J. **Evolução da produção de coco no Brasil e o comércio internacional: panorama 2010**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2011. 28 p. Documentos 164.
- MARTINS, A. P. *et al.* Aproveitamento de fibra de coco-verde para aplicabilidade têxtil. **Redige**. v. 4, n. 2, p. 1-16, 2013.
- MARTINS, A. P. **Construção de estruturas têxteis a partir de fibra de coco-verde**. 2013. 147 f. Dissertação (Mestrado em Têxtil e Moda), Universidade de São Paulo, 2013
- MATHAI, P. M. Coir. In: FRANCK, R. R. **Bast and other plant fibers**. The Textile Institute. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2005. p. 275-313.
- MIRANDA, F. R. D. *et al.* Production of strawberry cultivars in closed hydroponic systems and coconut fibre substrate. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 4, n. 45, p. 833-841, 2014.
- MUKHOPADHYAY, S., ANNAMALAI, D.; R. SRIKANTA, R. Coir fiber for heat insulation. **Journal of Natural Fibers**, v. 1 n. 8, p. 48-58, 2011.
- NASCIMENTO, D. M. *et al.* A novel green approach for the preparation of cellulose nanowhiskers from white coir. **Carbohydrate polymers**, n. 110, p. 456-463, 2014.
- OLIVEIRA, S. L. de. **Aproveitamento da casca de coco-verde** Cocos Nucifera. L para fabricação de celulose. 2010. 86 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Ceará, Ceará, 2010.
- PACHECO, J. M.; HOFF, D. N. Fechamento de Ciclo de Matéria e Energia no Setor Sucroalcooleiro. **Sustentabilidade em Debate**, v. 4, n. 2, p. 215-236, 2013.
- PASSOS, P. R. A. **Destinação Sustentável de Cascas de Coco** (Cocos nucifera) Verde: Obtenção de Telhas e Chapas de Partículas. 2005. 186 f. Tese (Doutorado em Ciências e Planejamento Energético), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.
- PENHA, E. M.; CABRAL, L. M.; MATTA, V. M. Água de coco. In: FILHO, W. (Org.). **VG Tecnologia de bebidas: matéria-prima, processamento, BPF/APPCC, legislação e mercado**, São Paulo: Edgard Blucher, 2005. p.1-11.
- RAJAN, A.; ABRAHAM, T. E. Coir Fiber Process and Opportunities – Part 2. **Journal of Natural Fibers**, v. 4, n. 1, 2007.
- RAO, G. V.; DUTTA, R. K.; UJWALA, D. Strength Characteristics of Sand Reinforced with Coir Fibers and Coir Geotextiles. *Electronic Journal of Geotechnical Engineering*, Estados Unidos, v. 10, 2005. **Open access**. Disponível em: <<http://www.ejge.com>>. Acesso em: 25 fev. 2013.
- RIO DE JANEIRO. Projeto de Lei nº 3419/2002 – Regulamenta a resolução Conama nº 278, de 24 de maio de 2001, dispõe sobre o corte, exploração, industrialização, transporte e comercialização de produtos e subprodutos provenientes do xaxim *dicksonia sellowiana*, no Rio de Janeiro. Alerj, Rio de Janeiro, RJ, 4 dez. 2002.

RIO DE JANEIRO (Estado). Projeto de Lei nº 295.2011, de 23 de abril de 2011. Institui o Programa de reciclagem de coco-verde no âmbito do estado do Rio de Janeiro. Alerj, Rio de Janeiro, RJ, 12 abr. 2011.

ROSA, M. de. F. *et al.* Caracterização do pó da casca de coco-verde usado como substrato agrícola. Embrapa Agroindustrial Tropical, 2001. Comunicado Técnico.

ROSA, M. de. F. *et al.* Utilização da Casca de Coco como Substrato Agrícola. Fortaleza: Embrapa, 2002. 24 p. Documentos 52.

ROSA, M. de. F. *et al.* Effect of fiber treatments on tensile and thermal properties of starch/ethylene vinyl alcohol copolymers/coir biocomposites. *Bioresource technology*, v. 21, n. 100, p. 5196-5202, 2011a.

ROSA, M. de. F. *et al.* Valorização de resíduos da agroindústria. In: II Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos Agropecuários e Agroindústria – II SIGERA, 2011, Foz do Iguaçu. **Anais do II Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos Agropecuários e Agroindústria – II SIGERA**, p. 89-105, 2011b.

SACHS, I. **Sustentabilidade Hoje**. São Paulo: Abril, 2007.

SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2004.

SALAZAR, V. L. P. *et al.* Biodegradation of coir and sisal applied in the automotive industry. **Journal of Polymers and the Environment**, v. 3, n. 19, 677-688, 2011.

SANTOS, A. M. **Estudo de Compósitos Híbridos Polipropileno / Fibras de Vidro e Coco para Aplicações em Engenharia**. 2005. 90 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

SENHORAS, E. M. Oportunidade na cadeia agroindustrial do coco-verde. Do coco nada se perde, tudo se desfruta. **Revista Urutagua**, Maringá, n. 05, 2004.

SILVEIRA, M. S. **Aproveitamento das cascas de coco-verde para produção de briquetes em Salvador-BA**. 2008. 167 p. Dissertação (Mestrado em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo – Ênfase em Produção Limpa). Escola Politécnica Federal da Bahia, Salvador, 2008.

SIQUEIRA, L. A. *et al.* A introdução do coqueiro no Brasil, importância histórica e agronomia. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2002. 24 p. **Documentos**, 47.

SM. Água de coco avança 15% em volume, Supermercado Moderno. 18 set. 2015. Disponível em: <<http://www.sm.com.br/detalhe/agua-de-coco-o-mercado-avanca>>. Acesso em: 17 mar. 2016.

SOUSA, F. W. *et al.* Green coconut shells applied as adsorbent for removal of toxic metal ions using fixed-bed column technology. **Journal of environmental management**, v. 8, n. 91, p. 1634-1640, 2010.

TAVARES, M. F. de. F. Pós-Coco: Agregação de valor na cadeia produtiva do coco-verde. Central de cases. Disponível em: <<http://www.espm.br/Publicacoes/Central DeCases/Documents/POS-COCO.pdf>>. Acesso em: 24 mar. 2011.

THIRTYSEVENFIVE. About Cocona. Disponível em: <<https://www.thirtysevenfive.com/about-cocona/story>>. Acesso em: 10 mar. 2015.



VAN DAM, J. E. G. **Improvement of Drying, Softening, Bleaching and Dyeing Coir Fibre/Yarn and Printing Coir Floor Coverings**. Wageningen: FAO CFC, 2002. 61 p. Artigo Técnico 6.

VARMA, D. S.; VARMA, M.; VARMA, K. Coir fibers: Part I: Effect of physical and chemical treatments on properties. **Textile Research Journal**, n. 54, p. 827-832, 1984.

Integração Lavoura-Pecuária-Floresta no Brasil: uma estratégia de agricultura sustentável baseada nos conceitos da Green Economy Initiative

Crop-Livestock-Forestry Integration in Brazil: a sustainable agriculture strategy based on the concepts of Green Economy Initiative

Júlio Cesar dos Reis*

Renato de Aragão Ribeiro Rodrigues**

Marcela Cardoso Guilles da Conceição***

Carolinna Maria Silva Martins****

*Mestre em Economia pelo Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional, pesquisador da Embrapa Agrossilvipastoril em Sinop, Mato Grosso, Brasil.
End. Eletrônico: julio.reis@embrapa.br

**Pesquisador da Embrapa Solos, professor e orientador do programa de Pós-Graduação em Engenharia de Biosistemas da Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, Brasil.
End. Eletrônico: renato.rodrigues@embrapa.br

***Doutoranda em Geociências (Geoquímica Ambiental) pela Universidade Federal Fluminense, Bolsista DTI-A do CNPq/Rede Clima, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil.
End. Eletrônico: marcelaguilles.clima@gmail.com

****Mestranda em Agronomia (Meteorologia Aplicada), na linha de pesquisa Mudanças Climáticas pela UFV, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.
End. Eletrônico: carolinnamaria1@gmail.com

doi:10.18472/SustDeb.v7n1.2016.18061

Recebido em 05.03.2016

Aceito em 22.03.2016

ARTIGO - VARIA

RESUMO

Este artigo tem como objetivo inserir a proposta de organização da agricultura baseada nos conceitos da Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) no âmbito das discussões relacionadas à necessidade de transformação do modelo produtivo vigente. Foram utilizadas as diretrizes e os conceitos relacionados com a Green Economy Initiative (GEI), uma iniciativa do Programa



das Nações Unidas para o Meio Ambiente (Pnuma). Busca-se mostrar que a proposta ILPF está alinhada com os aspectos de agricultura sustentável proposta na GEI, e que a ILPF se coloca como uma importante estratégia de aumento da produção agropecuária de forma sustentável para o Brasil. A adoção da GEI é uma estratégia consistente para a implementação de políticas com a finalidade de promover o desenvolvimento sustentável. Dessa forma, a produção agrícola baseada no modelo ILPF alinha-se perfeitamente com as premissas da GEI no que tange à promoção e incentivos a modelos de agricultura de baixo carbono.

Palavras-chave: Agricultura Sustentável. Sistemas Agrossilvipastoris. Agricultura de Baixo Carbono.

ABSTRACT

This article proposes to transform the current production model through the organization of an agricultural system based on the concepts of crop-livestock-forestry integration (ICLF). We used the guidelines and concepts related to the Green Economy Initiative (GEI), a proposal of the United Nations Environment Program (UNEP). Within this framework, the agricultural sector is identified as an important sector due to its strong connection with economic, social and environmental dimensions. We intend to demonstrate that the ICLF proposal is in line with aspects of sustainable agriculture, as proposed by GEI, and that it is an important strategy to increase production in a sustainable manner in Brazil. The adoption of GEI is a consistent strategy for the implementation of policies to promote sustainable development.

Keywords: Sustainable Agriculture. Agrosilvopastoral Systems. Low Carbon Agriculture.

1 INTRODUÇÃO

No último século, os impactos ambientais decorrentes das ações humanas levaram a comunidade internacional a inserir na agenda das discussões sobre o futuro do planeta a percepção de que os recursos naturais são finitos. O aumento da população e do consumo está colocando exigências sem precedentes sobre a agricultura e os recursos naturais. Hoje, cerca de um bilhão de pessoas estão cronicamente desnutridas, enquanto os nossos sistemas agrícolas estão ao mesmo tempo degradando a terra, água, biodiversidade e clima em escala global (FOLEY *et al.*, 2011). Esse cenário leva a uma necessidade urgente de um novo paradigma que integre o desenvolvimento contínuo da sociedade e a manutenção do sistema Terra em um estado resiliente (STEFFEN *et al.*, 2015).

O crescimento econômico baseado na utilização intensiva dos fatores de produção ocasionou a alteração de, principalmente, duas das fronteiras planetárias: mudança do clima e integridade da biosfera. Essas fronteiras têm potencial para conduzir o Sistema Terra a um novo estado de equilíbrio (STEFFEN *et al.*, 2015). As fronteiras planetárias incluem processos sistêmicos que se manifestam em escala global e questões ambientais que se tornam problemas globais críticos quando eles são agregados a partir de escala regional ou local (CORNELL, 2012).

No centro dessa questão está a percepção de que esse modelo econômico dificilmente permitirá que as metas contidas na Agenda 2030 (ONU, 2015), bem como os novos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) (PNUD, 2015), sejam alcançadas.

Dessa forma, percebe-se como necessária uma mudança nos paradigmas relacionados à organização da atividade produtiva em escala global. Diante desse cenário, observa-se que o termo “Economia Verde” tem, recorrentemente, aparecido nas recentes rodadas de discussões sobre os desafios para a promoção do desenvolvimento econômico em base sustentáveis.

Em linhas gerais, o conceito de Economia Verde pode ser entendido como o estabelecimento de um sistema econômico que promova a elevação do bem-estar e a redução das desigualdades sociais ao longo do tempo, tendo como condição essencial a manutenção das condições ambientais vigentes (UNEP, 2011a).

De outra forma, a busca desses objetivos econômicos e sociais não deve implicar na exposição das futuras gerações a consideráveis riscos ambientais, assim como à escassez dos recursos naturais.

Ainda, a organização de um sistema econômico baseado nos preceitos da Economia Verde tem como pontos básicos: direcionar investimentos para setores que desenvolvam e/ou reforcem o capital natural (entendido aqui como sendo composto pela biodiversidade e pelos biomas); atividades que reduzam os riscos ambientais e ecológicos; e mão de obra intensiva, o que se configura como um importante instrumento para a geração de emprego e renda (UNEP, 2011a; UNEP, 2011b).

Considerando os setores prioritários que compõem a agenda da Economia Verde, no presente trabalho focaremos na dimensão da agricultura sustentável, considerada como componente do setor agrícola por meio de atividades de lavoura, pecuária e plantio de florestas. Mais especificamente, discutiremos como o sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) pode ser utilizado como estratégia de promoção do desenvolvimento sustentável.

Essa escolha deve-se à participação econômica que o setor agrícola tem em grande parte dos países menos desenvolvidos e em muitos países em desenvolvimento (FAO, 2011; BANCO MUNDIAL, 2011), além de empregar cerca de 1,3 bilhão de pessoas em todo o mundo (FAO, 2011; UNEP 2011a; CEPAL, 2011). Por outro lado, é senso comum que esse setor enfrenta nos últimos anos o desafio de aumentar constantemente a oferta de alimentos e, ao mesmo tempo, preservar os recursos ambientais disponíveis (GRAZIANO DA SILVA, 2010). Nesse sentido, ganham força os modelos de organização da estrutura produtiva agropecuária que estejam fundamentados no pilar: aumento da produção/productividade e preservação ambiental (BALBINO *et al.* 2011; MARTHA JUNIOR *et al.*, 2011).

Entre as iniciativas existentes, destacam-se no Brasil o Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura – Plano ABC (BRASIL, 2012); Lei 12.805, de 29 de abril (BRASIL, 2013), que instituiu a Política Nacional de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta; e a pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada (intended Nationally Determined Contribution – iNDC, da sigla em inglês) (BRASIL, 2015).

REFERENCIAL TEÓRICO

2 GREEN ECONOMY INITIATIVE E A RELEVÂNCIA DO SETOR AGRÍCOLA

A dinâmica econômica dos países evidencia que alguns deles alcançaram altos níveis de desenvolvimento econômico e social. No entanto, esse resultado, na maioria dos casos, teve como contrapartida um elevado passivo ambiental: i) emissão em larga escala de gases de efeito es-



tufa – GEE; ii) poluição atmosférica; iii) degradação dos recursos naturais, com destaque para a poluição dos recursos hídricos; iv) desmatamento; v) fragmentação dos ecossistemas; vi) erosão do solo; vii) alterações das propriedades físicas e químicas do solo; e, viii) extinção de espécies animais e vegetais (ABRAMOVAY, 2000; BALSAN 2006).

Outros países, embora ainda relativamente atrasados em termos econômicos e sociais, também apresentam resultados ambientais parecidos. Ou seja, o modelo de desenvolvimento amplamente adotado, baseado nos preceitos da industrialização moderna, intensificou os impactos das ações do homem nas escalas local, regional e global (FURTADO, 2000, 2003; GRAZIANO DA SILVA, 2010).

Diante dessas questões, iniciativas foram e continuam sendo tomadas no sentido de rediscutir esse padrão de desenvolvimento, em uma tentativa de incorporar pontos relacionados à preservação ambiental, à reversão do passivo ambiental já existente e à valorização de atividades que respeitem o meio ambiente.

O ponto-chave dessa discussão é a construção de um novo paradigma para o processo de desenvolvimento, fundamentado no equilíbrio entre tecnologia e ambiente, de maneira a preservar a qualidade de vida e o bem-estar da sociedade (DA VEIGA, 2008; FURTADO, 2003; GRAZIANO DA SILVA, 2010).

Essa nova perspectiva para o processo de desenvolvimento considera como premissa a habilidade e a capacidade da sociedade em satisfazer suas necessidades do presente sem comprometer as possibilidades das futuras gerações de atenderem as suas próprias necessidades (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1988; DA VEIGA, 2008; DINIZ E BERGMANN, 2012).

Em linhas gerais, a proposta de adoção de um modelo de desenvolvimento sustentável fundamenta-se na tríade: geração de benefícios econômicos, sociais e ambientais (SACHS, 1986; DA VEIGA, 2008). Nesse sentido, de acordo com a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (1988), os principais objetivos das políticas ambientais e desenvolvimentistas derivados do conceito de desenvolvimento sustentável, são: i) retomar o crescimento econômico como condição necessária para erradicar a pobreza; ii) inovar, permanentemente, os sistemas produtivos, tornando-os mais eficientes, democráticos e menos intensivos em matérias-primas e energia; iii) atender às necessidades humanas essenciais, como emprego, alimentação, energia, água e saneamento; iv) conservar as fontes de recursos naturais; v) valorizar o desenvolvimento tecnológico e administrar os riscos e vi) incluir o meio ambiente no processo decisório.

É nesse cenário de valorização e de reconhecimento da importância dos impactos ambientais da atividade produtiva, do aumento da preocupação com a escassez das reservas de recursos naturais e da crescente preocupação com o legado que esse atual padrão de desenvolvimento pode deixar, que propostas que tenham como pressupostos os preceitos da sustentabilidade passaram a ocupar posição de destaque. Nesse contexto político, ressalta-se a proposta lançada em 2008 pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (Pnuma) denominada Green Economy Initiative – GEI (UNEP, 2009a).

A GEI pode ser definida como uma proposta de reorganização do sistema econômico com o objetivo de aumentar o bem-estar humano e a equidade social e, ao mesmo tempo, reduzir os riscos ambientais e a degradação do capital natural (UNEP, 2009a; UNEP 2011a). Considerando essas diretrizes, a Economia Verde tem como características ser uma economia que incentiva atividades que promovam um melhor balanço do carbono no sistema, que utilizam de maneira eficiente os recursos disponíveis e que sejam socialmente inclusivas, na medida em que valorizam a promoção de renda, as características estruturais e as capacidades produtivas dos mais pobres (ALMEIDA, 2012; DINIZ e BERGMANN, 2012; CECHIN e PACINI, 2012).

A novidade da proposta da Economia Verde é que esta defende políticas ambientais estratégicas integradas, sobretudo políticas de incentivo a inovações tecnológicas ambientais, visando conciliar crescimento econômico com qualidade ambiental e inclusão social (ALMEIDA, 2012). No entanto, para se alcançar de fato uma Economia Verde, é necessário que o impacto ambiental seja reduzido a uma taxa inferior à taxa de crescimento econômico, e isso requer mudanças rápidas e significativas na composição do Produto Interno Bruto – PIB (aumento na participação de serviços) e na eficiência no uso dos recursos naturais (CECHIN e PACINI, 2012).

Assim, a trajetória de desenvolvimento defendida pela GEI tem como premissas a manutenção, o aumento e, quando necessário, a reconstrução do capital natural, considerado, então, como um fator econômico fundamental para a geração desses benefícios sociais, econômicos e ambientais (SEROA DA MOTTA, 2011; SEROA DA MOTTA e DUBEUX, 2011). Esses aspectos são ainda mais relevantes para as pessoas que vivem ou dependem diretamente dos recursos naturais para viver (DINIZ e BERMANN, 2012).

Essa reconfiguração do sistema econômico implica no aumento da participação de atividades e produtos originados de práticas sustentáveis na pauta produtiva (UNEP, 2010c; DINIZ e BERMANN, 2012). A principal hipótese desse argumento é que a busca das metas de melhoria das condições sociais e do meio ambiente também pode proporcionar crescimento do nível de renda, crescimento econômico e melhoria do bem-estar (YOUNG, 2011).

Outro ponto importante é que, de acordo com as diretrizes e os preceitos da proposta GEI, investir nas atividades e nos setores promotores de mudanças estruturais voltadas para a produção de maneira sustentável pode mitigar as emissões de GEE e reduzir a volatilidade do preço das commodities (UNEP, 2009a, 2010a; ALMEIDA, 2012). Ainda, tem-se como premissa que os investimentos do setor público podem ajudar as pessoas e as comunidades mais vulneráveis a se adaptarem à mudança do clima (UNEP, 2011b; SEROA DA MOTTA e DUBEUX, 2011).

Para tanto, esses investimentos devem ser orientados para tornar mais eficiente a utilização de recursos naturais escassos ou ajudar a renovação e/ou restauração destes. A participação cooperativa do setor privado, em especial por meio de investimentos voltados para a promoção de atividades baseadas nos preceitos do desenvolvimento sustentável, é fundamental para a transformação proposta e o estabelecimento de um novo paradigma para o padrão de desenvolvimento (UNEP, 2010a; UNEP 2010b; SEROA DA MOTTA e DUBEUX, 2011). Dessa forma, fortalecer as interdependências entre o meio ambiente e as condições de bem-estar, entre a estabilidade econômica e social, considerando a promoção da rentabilidade e lucratividade dos investimentos privados, são os fundamentos da proposta de promoção do desenvolvimento econômico baseado na GEI.

Como estratégia de planejamento e como forma de possibilitar a transição para um modelo sustentável do ponto de vista econômico, social e ambiental, a proposta GEI identifica como setores-chave para o início do processo de transformação aqueles que promovam ou possibilitem o desenvolvimento e/ou a recuperação do capital natural, assim como aqueles setores que se baseiam em atividades que reduzam os riscos ambientais e ecológicos (SEROA DA MOTTA e DUBEUX, 2011; YOUNG, 2011).

Dessa forma, a implementação das ideias e dos preceitos da GEI perpassa pela valorização e pelo maciço investimento em setores como: i) energia renovável; ii) sistemas de transporte que apresentem baixas emissões de GEE; iii) construções que utilizam energia de maneira eficiente; iv) tecnologias limpas; v) gestão adequada dos recursos hídricos; vi) melhora da oferta de água potável; vii) agricultura sustentável; viii) gestão responsável dos recursos florestais e, ix) melhora no aproveitamento dos recursos pesqueiros (UNEP, 2011a).



Considerando esses setores, a agricultura assume papel diferenciado em função do seu atual cenário em escala global, em especial à solução da equação: aumentar a produção de alimentos e ao mesmo tempo promover a preservação dos recursos naturais, e, também, pela sua relação direta com vários aspectos sociais, econômicos e ambientais. Nesse contexto, vale ressaltar o caráter decisivo e direto da agricultura para o alcance de alguns dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) como acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição, promover a agricultura sustentável (ODS 2) e a tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos (ODS 13).

Reforçando essas características estruturais do setor agrícola e sua importância como atividade produtiva em escala global, de acordo com estatísticas da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (Food and Agriculture Organization – FAO), aproximadamente 2,6 bilhões de pessoas dependem de atividades relacionadas a sistemas de produção agrícola (FAOSTAT, 2011). Ainda de acordo com informações da FAO, o setor agrícola é o que mais absorve mão de obra em países menos desenvolvidos, colocando-se, nesses países, como o principal setor de ocupação. Outro ponto importante é que esse setor se coloca como o principal gerador de renda para os indivíduos mais pobres.

Tendo em conta esses aspectos, estatísticas do Banco Mundial mostram que o valor agregado da produção agrícola mundial como percentual do PIB gira em torno de 3%, considerando a produção agregada global. Todavia, essa participação apresenta uma correlação negativa com o estágio de desenvolvimento dos países: para o grupo dos países desenvolvidos, a participação média da agricultura é de cerca de 1,5% do PIB, já para os países menos desenvolvidos, esse número é de cerca de 30% (BANCO MUNDIAL, 2011).

Ainda, estimativas do Banco Mundial e do Pnuma indicam que uma variação positiva no PIB derivada de aumentos de produtividade do trabalho no setor agrícola em países em desenvolvimento possui, em média, uma possibilidade cerca de três vezes maior de aumentar a renda do quintil mais pobre da curva de distribuição de renda do que aumentos no PIB, de mesma magnitude, gerados por aumentos de produtividade do trabalho em setores não agrícolas (BANCO MUNDIAL, 2011; UNEP, 2011a).

Outra característica essencial do setor agrícola, que o coloca como um dos principais setores a serem considerados dentro de uma proposta de transformação na estrutura produtiva e no padrão de desenvolvimento, baseado nas diretrizes da GEI, é que esse setor, considerando o atual estágio produtivo e as técnicas empregadas, contribui sobremaneira para a elevação da degradação ambiental por meio da exaustão de recursos naturais e pelo aumento da emissão de GEE, principalmente gás metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O). Esses efeitos são observados tanto na produção de culturas agrícolas – na utilização de fertilizantes e no manejo das áreas agricultáveis – quanto na pecuária, por meio da utilização de áreas desmatadas e pela emissão desses gases pelo rebanho (VILELA *et al.*, 2008; MENDES e REIS, 2004).

O uso de práticas inadequadas e a utilização intensiva do modelo de produção agrícola baseada no monocultivo tendem a contribuir para a aceleração do processo de degradação das propriedades físicas (densidade, porosidade, estrutura e consistência), químicas (capacidade de troca catiônica, acidez e fertilidade) e biológicas (mesofauna e microrganismos) do solo, além de reduzir a produtividade das culturas, aumentar a ocorrência de plantas daninhas, pragas, doenças e aumentar a perda de solo por erosão (KLUTHCOUSKI *et al.*, 2003; MARTHA JR. *et al.*, 2007b).

Tendo em conta essas especificidades do setor agrícola, torna-se imperativa a criação/aplicação de políticas públicas e ações voltadas especificamente para esse setor no sentido de mitigar seus impactos negativos em termos de contribuição para a degradação do ambiente e, conseqüentemente, geração de passivos ambientais, mas que, por outro lado, consiga potencializar

os efeitos positivos da agricultura em termos de produção sustentável de alimentos e renda, contribuindo assim para a redução da desigualdade social e da pobreza (GASQUES *et al.*, 2010).

O Caso Brasileiro

O Brasil, por meio da Casa Civil da Presidência da República, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) e da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), vem demonstrando grande interesse na divulgação de práticas de manejo que proporcionem a mitigação das emissões de GEE e a ampliação de áreas de produção que utilizem tecnologias mais sustentáveis.

Após a 15ª Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (COP-15), o Governo brasileiro indicou, de maneira voluntária, ações de mitigação da mudança do clima que o País pretendia adotar. O potencial da redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE) resultantes dessas ações é de 36,1% – 38,9% em relação às emissões brasileiras projetadas até 2020, de acordo com a Lei 12.187/2009.

O art. 11 dessa Lei prevê a criação de Planos Setoriais de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas visando à consolidação de uma economia de baixo consumo de carbono. Esses planos deveriam ser elaborados considerando as especificidades de cada setor, inclusive por meio do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL e das Ações de Mitigação Nacionalmente Apropriadas – Namás.

O Plano Setorial da Agricultura é o Plano ABC que é baseado na ampliação da adoção de tecnologias, da seguinte forma: i) recuperação de 15 milhões de hectares de pastagens degradadas; ii) sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta e sistemas agroflorestais em 4 milhões de hectares; iii) Sistema Plantio Direto na palha em 8 milhões de hectares; iv) fixação biológica de nitrogênio (FBN) em 5,5 milhões de hectares de áreas de cultivo, em substituição ao uso de fertilizantes nitrogenados; v) plantio de florestas em 3 milhões de hectares e, vi) tratamento de 4,4 milhões de m³ de dejetos de animais.

Em 2015, o Brasil apresentou à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima a sua proposta de pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada (iNDC), no contexto das negociações de um protocolo, outro instrumento jurídico ou resultado acordado com força legal sob a Convenção, de maneira a contribuir para a concretização do que veio a ser chamado de Acordo de Paris, pelas negociações da COP-21, em dezembro/2015.

Nessa ação, o Brasil apresentou as seguintes propostas adicionais de redução de emissões de gases de efeito estufa: aumentar a participação de bionergia sustentável na matriz energética; fortalecer o Código Florestal; promover o desmatamento ilegal zero até 2030; reflorestar 12 milhões de hectares; alcançar uma participação estimada de 45% de energias renováveis na composição da matriz energética até 2030; além de ações nos setores industrial e de transporte.

A iNDC também deu destaque ao setor agrícola, com objetivo de fortalecer o Plano de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (Plano ABC) como a principal estratégia para o desenvolvimento sustentável na agricultura, inclusive por meio da restauração adicional de 15 milhões de hectares de pastagens degradadas e pelo incremento de 5 milhões de hectares de sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta, ambos até 2030.

Essa inclusão adicional de áreas com ILPF reforça a importância do sistema na busca pela intensificação sustentável da produção agrícola e mostra a relevância dessa tecnologia para o Governo brasileiro.



Observações sobre o Plano ABC

O Plano ABC encontra-se em acordo com os termos do Pnuma uma vez que possui forte atuação nas questões sobre mudança do clima, gestão de ecossistemas e biodiversidade, uso eficiente de recursos, consumo e produção sustentáveis, além de apresentar diretrizes para a governança ambiental contribuindo, assim, para a troca de informações e experiências entre os setores público, privado e acadêmico.

Além disso, apresenta como diretriz o uso de tecnologias para aumentar a produtividade agropecuária e reduzir custos de produção, melhorando o nível de renda e promovendo a diminuição de emissão de GEE por meio de práticas agrícolas sustentáveis, mudanças adaptativas no processo produtivo e transferência de tecnologias. O Plano ABC apresenta estratégias diferenciadas que estimulam a diversidade da produção, a autonomia tecnológica e a produção ecologicamente sustentável, visando garantir não apenas a viabilidade da agricultura, mas, sobretudo, a segurança alimentar do País (BRASIL, 2012).

Desde a implementação do Plano ABC, em 2012, a expansão tanto em área quanto em número de contratos da adoção e/ou uso de tecnologias para mitigar emissões de GEE tem aumentado notavelmente em cada ano-safra. Entretanto, esses números estão aquém do compromisso voluntário brasileiro assumido na COP-15. Nesse sentido, é preciso aprofundar as ações previstas no Plano ABC associadas à adoção de tecnologias sustentáveis para que as metas sejam alcançadas (ASSAD, 2013).

De 2011/12 a 2014/15, de acordo com dados do Observatório ABC (2016), o número total de contratos foi de pouco mais de 43 mil, sendo a região Sudeste responsável por grande parte (cerca de 16 mil contratos), seguida pelo Centro-Oeste, Sul, Nordeste e Norte. Do total de contratos, quase 9 mil estão distribuídos em programas de plantio direto, ILPF, fixação biológica de nitrogênio, recuperação de áreas degradadas, florestas plantadas e manejo de dejetos.

Segundo Assad (2013), das tecnologias previstas no programa, desde a implementação do Plano ABC, 41% dos recursos financiados foram para recuperação de pastagens degradadas; 7% foram para ILPF; 22% para Sistema de Plantio Direto; 14% para florestas plantadas; e 16% para outros. A explicação para a baixa adesão aos sistemas ILPF pode ser devido, entre outros fatores, à sua alta complexidade de implementação no campo.

No entanto, por ser uma das tecnologias com maior potencial de redução de emissão de GEE, entende-se que sua adesão deve ser maximizada. De acordo com as estimativas do Plano ABC, a ILPF possui um potencial de mitigação de 5 Mg CO₂e ha⁻¹, muito a frente do Sistema Plantio Direto (2,25 Mg CO₂e ha⁻¹) e da fixação biológica de nitrogênio (1,8 Mg CO₂e ha⁻¹) e só atrás da recuperação de pastagens degradadas (6,2 Mg CO₂e ha⁻¹). Entretanto, apesar desses números constarem em uma política pública nacional, eles ainda carecem de mais estudos, principalmente devido à enorme gama de sistemas de produção e características de solos, climas e manejos presentes no País. Dados específicos para cada situação representativa devem ser desenvolvidos para termos uma maior precisão do real potencial de mitigação de cada tecnologia.

O público-alvo do Programa é de cerca de 5 milhões de propriedades agrícolas, com pelo menos 1,8 milhão de agricultores familiares. Entretanto, o Plano ABC parece não ser competitivo para o agricultor familiar. Desde a concepção do Programa ABC (a linha de crédito concedida pelos bancos para implantação das tecnologias do Plano ABC), havia uma tendência a estimular que agricultores considerados não familiares adotassem práticas que já vinham sendo estimuladas na agricultura familiar, por meio do Pronaf, que possui taxa de juros mais atrativa que o programa ABC.

3 O SISTEMA INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA NO BRASIL

Para atender a futuras necessidades de segurança alimentar e de sustentabilidade do mundo, a produção de alimentos deve crescer substancialmente, enquanto, ao mesmo tempo, a pegada ambiental da agricultura deve diminuir acentuadamente (FOLEY *et al.*, 2011). Aliar aumentos constantes de produção/productividade com preservação e recuperação ambiental, promovendo uma intensificação sustentável da produção, é o atual desafio do setor agrícola (SMITH, 2015).

A crescente demanda por alimentos de qualidade, o aprofundamento das discussões referentes aos impactos ambientais da agricultura e um mercado consumidor cada vez mais consciente são aspectos que caracterizam e desafiam a atividade agropecuária contemporânea.

Para atender ao aumento da demanda por alimentos, os produtores necessitam aumentar a área plantada, aumentar a produtividade ou implementar uma estratégia que combine essas duas alternativas. Entretanto, no contexto atual, em virtude de uma crescente valorização das práticas sustentáveis, há nítida preferência pela expansão da produção por meio de ganhos continuados em produtividade, baseados na intensificação do uso da terra em áreas já ocupadas. Essas questões fomentam a busca por um novo paradigma de sustentabilidade para a agricultura (SACHS, 1986; VILELA *et al.*, 2008; UNEP 2009a, 2011a).

É nesse contexto que se encontra a proposta de organização do sistema produtivo baseado no modelo de ILPF. Esse sistema tem como princípio básico a produção sustentável por meio da integração de atividades agrícolas, pecuárias e florestais, realizadas em uma mesma área, em cultivo consorciado, em sucessão ou rotacionado, buscando efeitos sinérgicos entre os componentes do agroecossistema, contemplando a adequação ambiental, a valorização do homem e a viabilidade econômica (BALBINO *et al.*; 2011; MACEDO 2009; NAIR, 1991).

A principal premissa da ILPF é a de ser um sistema de produção agrícola sustentável ao longo do tempo (PORFÍRIO-DA-SILVA, 2007; KLUTHCOUSKI *et al.*, 2003; MARTHA JR. *et al.*, 2007b).

Os sistemas de ILPF possuem como uma de suas características principais a possibilidade de recuperação de áreas degradadas por meio da intensificação do uso da terra, potencializando os efeitos complementares e/ou sinérgicos existentes entre as diversas espécies vegetais e a criação de animais, proporcionando, de forma sustentável, uma maior produção por área.

Esses sistemas otimizam o uso do solo, com a produção de grãos em áreas de pastagens, e melhoram a produtividade das pastagens em decorrência de sua renovação pelo aproveitamento da adubação residual da lavoura, possibilitando maior ciclagem de nutrientes e o incremento da matéria orgânica do solo (TRECENZI *et al.*, 2008; VILELA *et al.*, 2008; MARTHA JR. e VILELA, 2009).

Ademais, os sistemas ILPF se apresentam como sistemas em busca da sustentabilidade, pois preconizam: i) a utilização dos princípios do manejo e conservação do solo e da água; ii) o respeito à capacidade de uso da terra e ao zoneamento climático agrícola; iii) o manejo integrado de pragas, doenças e plantas daninhas; iv) a otimização na utilização dos recursos de produção; v) o Sistema de Plantio Direto (SPD); e, como característica central, vi) o sinergismo entre lavoura, pecuária e floresta (KLUTHCOUSKI *et al.*, 2003; PORFÍRIO-DA-SILVA, 2007; PORFÍRIO-DA-SILVA, 2010).

Muitos estudos apontam sobre os benefícios de sistemas integrados, como a ILPF: aumento da fertilidade do solo, devido ao acúmulo de matéria orgânica; melhoria da ciclagem de nutrientes (FLORES *et al.*, 2008; CARVALHO *et al.*, 2010); redução de pragas, doenças e ervas daninhas, diminuindo assim os custos de produção, aumentando os resultados econômicos e ambientais – causados pela rotação de culturas – (LAZZAROTTO *et al.*, 2009; MARTHA JR. *et al.*, 2011) e



redução do risco ambiental pelo uso reduzido de insumos agroquímicos (VILELA *et al.*, 2008).

De acordo com Castro *et al.* (2008), a adoção de sistemas agroflorestais – agrosilvipastoris e sistemas silvipastoris – com culturas anuais, florestas e pastagens, reduzem os efeitos negativos causados pelas altas temperaturas do clima tropical sobre os animais e melhora a utilização dos recursos naturais, com o conseqüente aumento de produtividade e redução do custo de produção.

Esse novo paradigma de organização da estrutura produtiva agropecuária coloca-se como um instrumento-chave para a manutenção do Brasil como um dos principais atores no cenário mundial da produção agrícola e ao mesmo tempo permite reverter o avançado processo de degradação ambiental das áreas cultivadas, em especial, nas áreas de pastagens do Cerrado brasileiro (MARTHA JR. *et al.*, 2007a, 2007b).

Ademais, a degradação de pastagens gera, em adição às dificuldades econômicas, problemas ambientais, e pode também suscitar, com o tempo, impactos sociais indesejáveis como o aprofundamento da pobreza e da concentração de renda em áreas rurais (MARTHA JR. *et al.*, 2007a).

Esses trabalhos apontam que os sistemas ILPF possibilitam aumento da eficiência produtiva, incremento em conservação e qualidade do solo, aumento e diversificação da renda para o produtor, conservação de água, aumento do rendimento animal pelo conforto térmico, mitigação das emissões dos gases de efeito estufa, potencial de adaptação aos efeitos da mudança do clima, recuperação de áreas degradadas por meio da intensificação do uso da terra, potencializando os efeitos complementares ou sinérgicos existentes entre as diversas espécies vegetais e a criação de animais, proporcionando, de forma sustentável, uma maior produção por área (SCHROEDER, 1993; KLUTHCOUSKI *et al.*, 2003, 2006; PORFÍRIO-DA-SILVA, 2007; TRECENTI e HASS, 2008; LAZZAROTTO *et al.*, 2009).

DISCUSSÃO

4 PRÓXIMOS PASSOS E O QUE SE ESPERA

De forma geral, os trabalhos que procuram avaliar os impactos econômicos dos sistemas ILPF apresentam como objeto de análise os aspectos individuais do produtor e da produção, ou seja, são voltados para características e problemas encontrados dentro da propriedade, não enfatizando em profundidade questões relacionadas à interação desta com o meio no qual está inserida.

Refletindo esse viés de análise e de acordo com Martha Jr. *et al.* (2010), tem-se que o foco dos estudos econômicos sobre sistemas ILPF tem sido: i) avaliar as possibilidades de redução dos custos unitários de produção, em função das interações entre as culturas; ii) avaliar o aspecto de minimização dos riscos e vulnerabilidades dada a característica de diversificação da produção proporcionada pelo sistema; iii) avaliar a variação da rentabilidade nas diferentes combinações de sistemas de produção integrada e, por fim, iv) potencialidades relacionadas ao aumento de produtividade por unidade de área. Dessa forma, dentro de uma perspectiva privada e individual, os benefícios econômicos do sistema ILPF se concentrariam na possibilidade de aumentar a oferta com custos de produção unitários menores.

Todavia, novos campos de pesquisa vêm ganhando espaço nessa discussão, indicando que os benefícios socioeconômicos e ambientais advindos do sistema integrado vão além da perspectiva individual, e que uma análise mais ampla desse sistema, que procure avaliar suas interações com o meio no qual ele está inserido, é necessária.

Nesse sentido, pode-se destacar as iniciativas de pesquisa que analisam as possíveis externalidades socioeconômicas e ambientais positivas da tecnologia ILPF como a possibilidade de geração de trabalho e renda no campo; a potencialidade de redução do avanço da fronteira agrícola – efeito poupa-terra; o potencial de mitigação de emissão de GEE e do aumento no estoque de carbono do solo; o potencial de adaptação do sistema produtivo a climas futuros, mais quentes e secos, com maior intensidade e frequência de eventos extremos como El Niños, La Niñas e veranicos; a maior eficiência no uso de insumos – agroquímicos e fertilizantes – e o potencial para a redução de perdas de água e de solo.

Destaca-se, também, o potencial de redução de emissão de metano pelo processo de fermentação entérica de animais ruminantes em pastejo, devido à maior qualidade dos pastos e os prováveis ganhos em termos de quantidade e de qualidade de forragem em comparação à pecuária tradicional (KLUTHCOUSKI *et al.*, 2003, 2006; MARTHA JR., 2010).

Entretanto, essa perspectiva de análise mais ampla, focada nos potenciais efeitos do sistema integrado sobre as características da produção, sobre as condições de vida do produtor, assim como sobre as externalidades socioeconômicas e ambientais dos modelos ILPF, ainda carece de aprofundamento e precisa incorporar aspectos mais gerais e, em certo sentido, anteriores à implementação e difusão dessa tecnologia.

Para tanto, é necessário desenvolver abordagens interdisciplinares, flexíveis, que considerem diferentes escalas territoriais e que possibilitem identificar e avaliar os potenciais efeitos positivos, em termos socioeconômicos e ambientais, já identificados, do sistema integrado em relação a modelos produtivos baseados em monoculturas, além de possibilitar a identificação de novos efeitos como, por exemplo, a possibilidade de exploração econômica de serviços ambientais. Um ponto importante é que esses métodos permitiriam avaliar em que medida essa proposta de organização da atividade produtiva baseada na integração de sistemas pode representar uma estratégia de desenvolvimento local.

Esse último aspecto é central, pois uma mudança estrutural na organização da produção agropecuária, como a proposta ILPF, requer um amplo aparato econômico, social e institucional na medida em que esse sistema produtivo permite mobilizar várias atividades econômicas simultaneamente, requerendo um elevado nível de conhecimento por parte do produtor. Ademais, a adoção de um sistema integrado implica na utilização de tecnologias de ponta, permitindo uma maior agregação de valor da produção, além de possibilitar uma maior integração setorial. Isso induziria a um processo de desenvolvimento local baseado em um processo de crescimento econômico elevado, contínuo, e orientado para a diminuição das disparidades socioeconômicas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adoção da GEI coloca-se como uma estratégia consistente para a implementação de políticas com a finalidade de promover o desenvolvimento sustentável. A GEI reconhece que a finalidade da adoção de uma agenda voltada para o estabelecimento de uma trajetória de desenvolvimento em bases sustentáveis é a promoção do bem-estar social tendo em conta a perspectiva de que os recursos naturais são finitos, o que inclui, necessariamente, incorporar à agenda político



-econômica medidas para mitigar os efeitos e as causas negativas da mudança do clima, da falta de energia e da degradação ambiental.

Contudo, é importante ter em conta que a GEI não deve ser interpretada como uma estratégia voltada, exclusivamente, para a eliminação dos problemas ambientais associados às atividades produtivas. Ao contrário, ela deve ser interpretada como uma alternativa que tem como fim a promoção do desenvolvimento sustentável, com o incentivo ao bem-estar e voltada para o combate à pobreza. E essa é uma temática central, pois observa-se, atualmente, o afloramento de diversos conflitos que apresentam como fundamento questões como renda, emprego, desigualdade de renda e acesso a recursos como água e terra.

Considerando a proposta GEI, assim como os setores por ela identificados como os mais relevantes para a implementação do processo de mudança estrutural necessário, tem-se o setor agrícola como elemento-chave dessa transformação. A solução da complexa equação de aumentar a oferta de alimentos respeitando as restrições impostas pelos fatores ambientais coloca-se como um dos principais desafios para a sociedade. Nesse sentido, muito se tem investido e pesquisado com o propósito de encontrar alternativas sustentáveis para a produção de alimentos.

O sistema ILPF pode ser considerado como uma dessas alternativas. Em que pese o fato dessa proposta de reestruturação da atividade produtiva agropecuária ainda requerer maiores estudos, suas potencialidades em termos econômicos, sociais e ambientais o credencia como uma possibilidade de superação do paradigma de intensificação do uso dos fatores de produção baseado na utilização predatória dos recursos naturais. Além disso, a proposta ILPF tem como premissa a geração de renda e a manutenção do homem no campo. Aspectos fundamentais para a construção de estratégias de superação da condição de pobreza das pessoas que são oriundas da área rural.

Dessa forma, a estratégia de organização da produção agrícola baseada no modelo ILPF alinha-se perfeitamente com as premissas da GEI no que tange à promoção e incentivos a modelos de agricultura sustentável. Ademais, considerando os resultados iniciais, esse sistema pode fortalecer a posição de liderança do Brasil em diversos segmentos produtivos relacionados com a produção agropecuária, além de possibilitar o estabelecimento de um novo paradigma para a organização do sistema de produção agrícola.

REFERÊNCIAS

- ABRAMOVAY, R. **Agricultura, diferenciação social e desempenho econômico**. In: SEMINÁRIO DESAFIOS DA POBREZA RURAL NO BRASIL, 2000, Rio de Janeiro.
- ALMEIDA, L. T. **Economia verde: a reiteração de ideias à espera de ações**. Estudos Avançados. São Paulo, v. 26, n. 74, p. 93-103, 2012.
- ALVARENGA, R. C.; NOCE, M. A. **Integração lavoura e pecuária**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005. 16p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 47).
- ASSAD, E. D. **Agricultura de Baixa Emissão de Carbono: a evolução de um novo paradigma**. Observatório ABC, 2013. Disponível em: <<http://www.observatorioabc.com.br>>. Acesso em: 20 jan. 2016.
- BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A. de O.; STONE, L. F. **Marco referencial: integração lavoura-pecuária-floresta ILPF**. Brasília: Embrapa, 2011. 130p.

BALSAN, R. Impactos decorrentes da modernização da agricultura brasileira. CAMPO TERRITÓRIO: Revista de Geografia Agrária, v. 1, n. 2, p. 123151, ago. 2006.

BANCO MUNDIAL: banco de dados. 2011. Disponível em: <<http://data.worldbank.org/>>. Acesso em: 03 jul. 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura: Plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono)**. Brasília, DF, 2012.173 p.

BRASIL. Lei nº 12.805, de 29 de abril de 2013. Brasília, DF, 29 abr. 2013. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2013/Lei/L12805.htm>. Acesso em: 8 set. 2015.

BRASIL. Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada para Consecução do Objetivo da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Brasília, DF, 2015. Disponível em: <http://www.itamaraty.gov.br/images/ed_desenvsust/BRASIL-iNDC-portugues.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2015.

CARVALHO, P. C. F. *et al.* **Managing grazing animals to achieve nutrient cycling and oil improvement in no-till integrated systems**. Nutr. Cycl. Agroecosyst., v. 88, p. 259-273, 2010.

CECHIN, A.; PACINI, H. **Economia verde: por que o otimismo deve ser aliado ao ceticismo da razão**. Estudos Avançados. São Paulo, v. 26, n. 74, 2012.

COMISSÃO ECONÔMICA PARA A AMÉRICA LATINA (CEPAL). Santiago, 2011. Disponível em: <<http://www.eclac.org/>>. Acesso em: 01 jul. 2011.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **O Nosso Futuro Comum**. 1. ed., Rio de Janeiro: Editora Fundação Getúlio Vargas, 1988.

CORNELL, S. **On the System Properties of the Planetary Boundaries**. Ecology and Society, v. 17, n. 1, 2012.

DA VEIGA, J. E. **Desenvolvimento sustentável: o desafio do século XXI**. 3. ed. Rio de Janeiro: Editora Garamond, 2008.

DINIZ, E. M.; BERMANN, C. **Economia verde e sustentabilidade**. Estudos Avançados. São Paulo, v. 26, n. 74, p. 323-330, 2012.

FLORES, J. P. C. *et al.* **Atributos químicos do solo em função da aplicação superficial de calcário em sistema de integração lavoura-pecuária submetido a pressões de pastejo em plantio direto**. Rev. Bras. Ciênc. Solo, v. 32, p. 2385-2396, 2008.

FOLEY, J. A. *et al.* **Solutions for a cultivated planet**. Nature, v. 478, p. 337-342, 2011.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS (FAO), 2011. Disponível em: <<http://www.fao.org/>>. Acesso em: 05 jul. 2011.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS STATISTICS (FAOSTAT). 2011. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>>. Acesso em: 05 jul. 2011.

FURTADO, C. **Introdução ao desenvolvimento: enfoque histórico-estrutural**. São Paulo: Editora Paz e Terra, 2000.

FURTADO, C. **Raízes do subdesenvolvimento**. Rio de Janeiro: Editora Record, 2003.



GASQUES, J. G.; FILHO, J. E. R. V.; NAVARRO, Z. **A Agricultura Brasileira: desempenho, desafios e perspectivas**. Brasília: IPEA, 2010.

GRAZIANO DA SILVA, J. F. A Nova Dinâmica da Agricultura Brasileira. Campinas, Instituto de Economia/Unicamp, 1996. 217 p.

GRAZIANO DA SILVA, J. F. **Os desafios da agricultura brasileira**. In: GASQUES, J. G.; FILHO, J. E. R. V.; NAVARRO, Z. A Agricultura Brasileira: desempenho, desafios e perspectivas. Brasília: IPEA, 2010.

KLUTHCOUSKI, J. *et al.* **Integração lavoura-pecuária: estudo de caso vivenciado pela Embrapa Arroz e Feijão**. In: PATERNIANI, E. (Ed.) Ciência, agricultura e sociedade. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006.

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. **Integração Lavoura-Pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003.

LAZZAROTTO, J. J. **Volatilidade dos retornos econômicos associados à integração lavoura-pecuária no Estado do Paraná**. Revista de Economia e Agronegócio, v. 7, p. 259-283, 2009.

MACEDO, M. C. M. **Integração lavoura-pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas**. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 28, p. 133-146, 2009.

MARTHA Jr., G. B. *et al.* **Pecuária de corte no Cerrado: aspectos históricos e conjunturais**. In: MARTHA Jr., G. B.; VILELA, L.; SOUZA, D. M. G. de. (Ed.). Cerrado: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2007a.

MARTHA Jr., G. B.; VILELA, L.; MACIEL, G. A. A prática da integração lavoura-pecuária como ferramenta de sustentabilidade econômica na exploração pecuária. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, **Anais**. Lavras, MG: UFLA, 2007b.

MARTHA Jr., G. B.; VILELA, L. **Efeito poupa-terra de sistemas de integração lavoura-pecuária: comunicado técnico**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2009.

MARTHA Jr., G. B.; VILELA, L.; SANTOS, D. de C. **Dimensão econômica da soja na integração lavoura-pecuária**. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL. Brasília, DF: Embrapa, 2010.

MARTHA Jr., G. B.; ALVES, E.; CONTINI, E. **Dimensão econômica de sistemas de integração lavoura-pecuária**. Pesq. Agropec. Bras., v. 46, p. 1117-1126, 2011.

MENDES, I. de C.; REIS Jr., F. B. dos. **Uso de parâmetros biológicos como indicadores para avaliar a qualidade dos solos e a sustentabilidade dos agrossistemas**. Brasília, DF: Embrapa Cerrados, 2004.

NAIR, P. K. R. **State of the art of agroforestry systems**. Forest Ecology and Management, v. 45, p. 5-29, 1991.

NETO, S. N. de O. *et al.* Sistema Agrossilvipastoril: integração lavoura, pecuária e floresta. Viçosa, MG: Sociedade de Investigações Florestais, 2010.

OBSERVATÓRIO DO PLANO ABC. 2016. Disponível em: <<http://observatorioabc.com.br/>>. Acesso em: 20 jan. 2016.

ONU. **Transformando Nosso Mundo: a agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável**. 2015. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>>. Acesso em: 20 jan. 2016.

PNUD. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. 2015. Disponível em:<<http://www.pnud.org.br/ods.aspx>>. Acesso em: 20 jan. 2016.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V. **A integração “lavoura-pecuária-floresta” como proposta de mudança do uso da terra**. In: FERNANDES, E. N.; MARTIN, P. do C.; MOREIRA, M. S. de P.; ARCURI, P. B. (Ed.). *Novos desafios para o leite no Brasil*. Juiz de Fora, MG: Embrapa Gado de Leite, 2007.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V. *et al.* **Arborização de pastagens com espécies florestais madeireiras: implantação e manejo**. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2010.

SACHS, I. **Ecodesenvolvimento: crescer sem destruir**. São Paulo: Edições Vértice, 1986.

SCHROEDER, P. **Agroforestry systems: integrated land use to store and conserve carbon**. *Climate Research*, v. 3, n. 1, p. 53-60, 1993.

SEROA DA MOTTA, R. **Valoração e precificação dos recursos ambientais para uma economia verde**. *Política Ambiental. Economia Verde: Desafios e Oportunidades*, Belo Horizonte, n. 8, p. 179-190, jun. 2011.

SEROA DA MOTTA, R.; DUBEUX, C. B. S. **Mensuração nas políticas de transição rumo à economia verde**. *Política Ambiental. Economia Verde: Desafios e Oportunidades*, Belo Horizonte, n. 8, p. 197-207, jun. 2011.

SMITH, P. **Malthus is still wrong: we can feed a world of 9–10 billion, but only by reducing food demand**. *Proceedings of the Nutrition Society.*, v. 74, p. 187-190, 2015.

SPEHAR, C. R. **Conquista do Cerrado e consolidação da agropecuária**. In: PATERNIANI, E. (Ed.) *Ciência, agricultura e sociedade*. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, p. 19-40. 2006.

STEFFEN, W. *et al.* **Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet**. *Science*, v. 347, 2015.

TRECENTI, R.; OLIVEIRA, M. C. de; HASS, G. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária-silvicultura: boletim técnico**. Brasília: MAPA/SDC, 2008.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). **Rethinking the Economic Recovery: A Global Green New Deal**. Geneva, Switzerland, 2009a.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). **Global Green New Deal Policy**. Geneva, Switzerland, 2009b.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). **Driving a Green Economy Through Public Finance and Fiscal Policy Reform**. Geneva, Switzerland, 2010a.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). **A Brief For Policymakers on the Green Economy and Millennium Development Goals**. Geneva, Switzerland, 2010b.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). **Developing Countries Success Stories**. Geneva, Switzerland, 2010c.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). **Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication**. Geneva, Switzerland, 2011a.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). **Why a Green Economy Matters for the Least Developed Countries**. Geneva, Switzerland, 2011b.



VILELA, L. *et al.* **Integração Lavoura-Pecuária**. In: FALEIRO, F. G.; NETO; A. L. de F. Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008.

YOUNG, C. E. F. **Potencial de crescimento da economia verde no Brasil**. Política Ambiental. Economia Verde: Desafios e Oportunidades, Belo Horizonte, n. 8, p. 88-97, jun. 2011.

Panorama da contabilização de emissões de gases de efeito estufa do setor industrial brasileiro

Overview of greenhouse gas emission accounting in the Brazilian industrial sector

Oscar Mistage-Henríquez*

Patrícia Bilotta**

*Mestre em Gestão Ambiental, Programa de Pós-Graduação em Gestão Ambiental da Universidade Positivo, Curitiba, Paraná, Brasil.
End. Eletrônico: oscarmistage@hotmail.com

**Professora Doutora, Titular do Programa de Mestrado e Doutorado em Gestão Ambiental da Universidade Positivo, Curitiba, Paraná, Brasil.
End. Eletrônico: pb.bilotta@gmail.com

doi:10.18472/SustDeb.v7n1.2016.17375

Recebido em 12.01.2016

Aceito em 26.03.2016

ARTIGO - VARIA

RESUMO

A Política Nacional sobre Mudanças do Clima (PNMC) estabelece a necessidade de monitoramento, relato e verificação de emissões de gases de efeito estufa (GEE) no setor industrial brasileiro. O objetivo deste estudo foi analisar o panorama da contabilização de inventários de emissões de GEE de indústrias de transformação, quanto à participação voluntária das empresas no cumprimento da meta estabelecida pela PNMC. Foram utilizados os registros de inventários no programa GHG Protocol Brasil e no programa internacional Carbon Disclosure Project (CDP) entre 2008 e 2014. Os resultados mostraram que as indústrias de transformação representam 25,1% das empresas que participaram do GHG Protocol e 22,3% do CDP, em 2014. O registro de inventários de indústrias de transformação no Brasil cresce em média 15% ao ano e a extrapolação dessa informação revela que a meta de emissões de GEE reportadas no registro público brasileiro poderá ser alcançada em 2020.

Palavras-chave: Indústrias de transformação. Inventários de emissões. Política Nacional sobre Mudanças do Clima. Plano Indústria. Registro público de emissões.



ABSTRACT

Brazil's National Policy on Climate Change (NPCC) defines the need to monitor, report and verify greenhouse gas (GHG) emissions in the Brazilian industrial sector. The aim of this study is to provide an overview of GHG emission accounting of processing industries, regarding the voluntary participation of the companies to meet the goals established by the NPCC. The authors used the inventories from the GHG Protocol Brazil and from the Carbon Disclosure Project (CDP), dated between 2008 and 2014. Results show that processing industries represent 25,1% of the companies that participated of the GHG Protocol and 22,3% of the CDP, in 2014. The register of processing industry inventories increases 15% per year and the extrapolation of this information shows that the goal of reporting GHG emissions in the Brazilian public record can be reached by 2020.

Keywords: Manufacturing industries. Emission inventories. National Policy on Climate Change.. Public record of emissions.

1 INTRODUÇÃO

Desde a segunda metade do século XX as mudanças do sistema climático do planeta são motivo de preocupação para a comunidade científica e governos. Na esfera internacional essa inquietação passou a ganhar relevância a partir da Primeira Conferência Mundial do Clima, promovida pela Organização Meteorológica Mundial (WMO) em 1979 (MARCOVITCH, 2006).

Em 1987, no décimo congresso da WMO, reconheceu-se a necessidade da criação de um mecanismo internacional para obter mais informações sobre a influência dos gases de efeito estufa (GEE), provenientes de atividades antropogênicas, nas mudanças do clima. Por recomendação da WMO, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP) criou um mecanismo próprio para avaliar a magnitude e os impactos em potencial dessas mudanças sobre a saúde humana, a qualidade ambiental e a economia (MARCOVITCH, 2006). Assim, em 1988, foi instituído o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), que se tornou o principal referencial científico para o estudo das causas e consequências das mudanças do clima no planeta. Desde então, o IPCC apoia ações internacionais voltadas à mitigação das mudanças climáticas, mediante a produção periódica de relatórios elaborados a partir de estudos técnico-científicos e de informações socioeconômicas relevantes (UNFCCC, 2011).

Em 1990, foi publicado o Primeiro Relatório de Avaliação do IPCC, que atribuiu a perturbação do equilíbrio natural do ciclo de carbono às emissões por atividades antropogênicas. O relatório trouxe ainda uma preocupante previsão de aumento da temperatura média global entre 1,5°C e 4,5°C, para o período de 2025 a 2050, caso não sejam tomadas medidas concretas para mitigar a emissão global de GEE (IPCC, 1990). Esse relatório foi o preâmbulo de maiores esforços internacionais que viriam nos anos seguintes na tentativa de promover a adaptação e a mitigação diante das mudanças climáticas. Além disso, outros problemas ambientais, como a escassez de água, a poluição ambiental e o esgotamento de recursos naturais, contribuíram para estabelecer importantes questionamentos sobre o modelo de desenvolvimento econômico atualmente adotado (IPCC, 2014).

Em 1992 foi realizada a Segunda Conferência sobre Meio Ambiente da Organização das Nações Unidas (ECO-92). Esse evento congregou delegações de 172 nações, na cidade do Rio de Janeiro, para debater sobre a necessidade de criação de um acordo internacional para tratar da preservação ambiental, do equilíbrio ecológico e do desenvolvimento humano (MARCOVITCH, 2006). Entre os principais resultados desse encontro, destacam-se: a criação da Convenção-Quadro das

Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), a Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, a Agenda 21, a Convenção sobre Diversidade Biológica e a Convenção para o Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (IPEA, 2010).

A UNFCCC foi instituída em 1994 e tornou-se o principal instrumento internacional para controlar e estabilizar a concentração de GEE na atmosfera em um nível seguro para o sistema climático global e viabilizar o cumprimento das metas da convenção ECO-92 (UNFCC, 1992). Após a criação da UNFCCC, a postura da comunidade internacional diante das mudanças climáticas passou a ser mais ativa graças à criação da Conferência das Partes (COP), principal instância que reúne, anualmente, desde 1995, representantes de governo dos países-membros da UNFCCC. As reuniões da COP têm por objetivo elaborar disposições institucionais e administrativas orientadas ao cumprimento dos objetivos estratégicos traçados pela UNFCCC na ECO-92 (UNFCCC, 2011).

Com a criação do Protocolo de Quioto, em 1997, os países desenvolvidos, signatários desse acordo, assumiram o compromisso de reduzir 5,2% de suas emissões nacionais de GEE, em relação ao ano-base de 1990, entre os anos de 2008 e 2012 (ONU, 1998; GALVÃO *et al.*, 2011). Para atingir essa meta, os países signatários foram estimulados a elaborar políticas e medidas para incrementar a eficiência energética, promover a agricultura sustentável, desenvolver tecnologias para o sequestro de carbono, utilizar energias renováveis em substituição a fontes de origem fóssil e criar incentivos fiscais para os setores que comprovadamente reduzem suas emissões de GEE, entre outras ações. Porém, o acordo de Quioto não previa metas de redução de emissão de GEE para os países de economia emergente, como é o caso do Brasil (ONU, 1998; IPEA, 2010).

Contudo, a partir do início do século XXI, países como o Brasil, a China e a Índia passaram a contribuir significativamente para o agravamento das mudanças do clima, com níveis de emissões semelhantes ou mesmo superiores àqueles reportados por países desenvolvidos (LIM, 2011). Diante desse novo panorama, em 2009, na 15a. Conferência das Partes (COP-15), foi aprovado o acordo de Copenhague, que estabeleceu o compromisso de redução de emissões de GEE para os principais países emergentes, incluindo o Brasil (LIM, 2011; UNFCCC, 2011). Todavia, o documento final da COP-15 instituiu metas apenas voluntárias para os países emergentes, as quais se mostraram insuficientes para evitar os piores cenários de aumento da temperatura global dos relatórios do IPCC, ante a nova condição econômica e de produção industrial nesses países (LAU *et al.*, 2012). Esse aspecto reforça a necessidade de reavaliar os compromissos assumidos por cada nação signatária do acordo do clima (IPEA, 2010; GHEZLOUN *et al.*, 2013).

Diante do compromisso assumido na COP-15, o governo brasileiro instituiu em 2009 a Política Nacional sobre Mudanças do Clima (PNMC), que estabelece diretrizes para a redução de emissões de GEE no País - 36,1% a 38,9% até 2020, com base nas projeções de crescimento econômico do País (BRASIL, 2009). Esse foi um importante marco na regulamentação das questões relativas ao enfrentamento das mudanças do clima em âmbito nacional (BICHARA e LIMA, 2012). Entre os planos setoriais previstos na PNMC para mitigação e adaptação das mudanças climáticas está o setor industrial, com a proposta de reduzir 5% das emissões totais de GEE provenientes das atividades industriais, por meio de ações para promover a economia de baixo carbono e implantar um sistema nacional de monitoramento, relato e verificação de GEE (MRV), como estratégia de gestão das emissões corporativas (BRASIL, 2008; FERREIRA e LIMA, 2011; GALVÃO *et al.*, 2011; BRASIL, 2013).

A gestão de emissões de GEE em indústrias resulta, muitas vezes, em benefícios para as empresas, como minimização e gerenciamento de risco, economia de custos e estímulo à inovação, preparação e antecipação para regulamentações futuras, demonstração de liderança, identificação de oportunidades para participar de programas voluntários de redução de GEE e abertura de oportunidade para se inserir em mercados mais exigentes (GVCES e WRI, 2010; GALVÃO *et*



al., 2011; ABREU *et al.*, 2014). Contudo, também apresenta desafios, sobretudo quanto à confiabilidade dos critérios para avaliar projetos sustentáveis e para articular os níveis estratégico, tático e operacional na formulação e tomada de decisão no momento da escolha das ações mais apropriadas (MERAD *et al.*, 2013; MISTAGE-HENRÍQUEZ, 2015). Assim, iniciativas que promovam o monitoramento de emissões corporativas, sobretudo a divulgação dos inventários, cumprem um importante papel na viabilização da gestão eficiente de GEE (FERREIRA e LIMA, 2011; BRASIL, 2013).

Diante da importância da gestão de emissões de GEE no setor industrial, surgiu o seguinte questionamento: as indústrias brasileiras estão, efetivamente, monitorando suas emissões e divulgando os resultados de seus inventários, conforme orientam regulações nacionais para adaptação e mitigação de GEE diante das mudanças climáticas? Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi analisar o panorama da contabilização dos inventários de GEE de indústrias brasileiras do setor de transformação no programa nacional de registro público GHG Protocol e no programa internacional Carbon Disclosure Project (CDP), sob a ótica das diretrizes estabelecidas na Política Nacional sobre Mudanças do Clima (BRASIL, 2009).

2 AÇÕES PARA MITIGAÇÃO DAS EMISSÕES DE GEE NO SETOR INDUSTRIAL

Um dos instrumentos previstos na Política Nacional sobre Mudanças do Clima (PNMC) é o Plano Nacional sobre Mudanças do Clima, cujo objetivo é orientar ações e medidas para promover a mitigação de emissão de GEE e a adaptação às mudanças climáticas e fomentar práticas mais eficientes nos diversos setores da economia brasileira, apoiadas em bases sustentáveis de desenvolvimento (BRASIL, 2008). A PNMC estabelece ainda os planos setoriais de mitigação e adaptação para os setores econômicos que geram elevadas quantidades de GEE em suas atividades (PBMC, 2013). A finalidade dos planos setoriais é definir metas e eixos de ação para a redução de emissões de GEE em cada setor e identificar mecanismos para a verificação do seu cumprimento, para que o País alcance a meta nacional de redução voluntária de GEE assumida na COP-15 (BRASIL, 2008; BRASIL, 2009; GALVÃO *et al.*, 2011).

Os primeiros planos setoriais publicados pelo governo federal foram lançados em 2010 e incluíam a agropecuária, a energia e a mudança do uso da terra e florestas. Mais tarde, em 2011, foram criados os planos setoriais para as indústrias (de transformação e bens de consumo duráveis, químicas, de base, de papel e celulose, de mineração), a construção civil, os serviços de saúde, o transporte público urbano e os sistemas modais (transporte interestadual de cargas e passageiros) (BRASIL, 2013; MISTAGE-HENRÍQUEZ, 2015). A elaboração desses planos contou com a participação de representantes dos setores produtivos, sociedade civil e entidades convidadas por órgãos institucionais responsáveis por sua produção (BRASIL, 2013).

O plano do setor industrial foi designado para consolidar uma economia de baixa emissão de carbono nas atividades industriais, denominado Plano Indústria, e sua criação foi um marco regulatório na gestão das mudanças climáticas no setor industrial no País (BRASIL, 2013; MISTAGE-HENRÍQUEZ, 2015). Os objetivos desse plano setorial são:

- a. Reduzir em 5% as emissões totais de GEE decorrentes das atividades do setor industrial, até o ano de 2020;
- b. Promover as bases para a gestão eficiente de GEE no setor industrial, por meio da implantação gradual de um sistema de medição, relato e verificação de emissões, denominado MRV.

Para atingir esses objetivos, o Plano Indústria define cinco eixos de ação, que são: a gestão de carbono; a reciclagem e o coprocessamento; a eficiência energética e a cogeração; as ações voluntárias de mitigação e as tecnologias sustentáveis (BRASIL, 2013; MISTAGE-HENRÍQUEZ, 2015). A Tabela 1 apresenta um resumo das principais medidas tecnológicas relatadas por diversos autores para mitigar as causas antropogênicas das mudanças climáticas no setor industrial.

Tabela 1 – Alternativas tecnológicas para a gestão das mudanças climáticas em indústrias.

Diretriz	Ação prevista
Redução de emissão de GEE em processos produtivos	<input type="checkbox"/> Substituição de equipamentos
	<input type="checkbox"/> Mudanças nas operações
	<input type="checkbox"/> Substituição de insumos
	<input type="checkbox"/> Troca de combustíveis
	<input type="checkbox"/> Redução de uso de combustíveis
	<input type="checkbox"/> Redução de insumos/unidade
	<input type="checkbox"/> Captura e sequestro de emissões (CCS)
	<input type="checkbox"/> Eliminação de emissões de HFC-23, PFCs, SF6 e NF3
Aumento de eficiência energética em processos produtivos	<input type="checkbox"/> Sistemas para recuperação de calor
	<input type="checkbox"/> Refrigeração
	<input type="checkbox"/> Otimização de processos
	<input type="checkbox"/> Comutador de combustível
	<input type="checkbox"/> Produção combinada de calor e eletricidade (cogeração)
	<input type="checkbox"/> Troca de combustíveis

Fonte: HENRIQUES, 2010; BORBA *et al.*, 2012; CDP, 2014a; IPCC, 2014.

A escolha das ações mais indicadas depende, em grande parte, da utilização de critérios apropriados para avaliar as alternativas disponíveis (MISTAGE-HENRÍQUEZ, 2015). O IPCC (2013) propõe que sejam consideradas as três dimensões da sustentabilidade, isto é, ambiental, econômica e social (incluindo a saúde humana). Porém, é possível incluir ainda uma dimensão técnica, que considere a factibilidade das propostas (IBÁÑEZ-FORÉS *et al.*, 2014). Além do benefício da mitigação de GEE, a implementação de novas tecnologias que visam o melhoramento dos indicadores de sustentabilidade se traduz, muitas vezes, na diminuição de custos para a indústria pela redução no consumo de insumos e a otimização da eficiência dos processos produtivos e da qualidade dos produtos (GVCES e WRI, 2010; GALVÃO *et al.*, 2011).

Diversas organizações nacionais e internacionais que atuam no enfrentamento das mudanças climáticas apontam para a necessidade de combinar o desenvolvimento econômico e a mitigação de emissões de GEE no setor industrial, por meio da implementação de inovações tecnológicas e de práticas mais eficientes de produção, entre outras orientações (UNIDO, 2011; PBMC, 2013; IPCC, 2014). É necessário, entretanto, que essas medidas estejam articuladas com os sistemas que permitem quantificar e gerenciar as emissões corporativas de maneira transparente, comparável e confiável (BRASIL, 2013). A Tabela 2 mostra as principais medidas para o gerenciamento de emissões de GEE em indústrias.

Tabela 2. Alternativas para a gestão de GEE em indústrias de transformação.

Diretriz	Ação Prevista
Política empresarial sobre mudanças do clima	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Formalização de política corporativa sobre mudanças climáticas <input type="checkbox"/> Incorporação da análise de emissões de GEE na seleção e desenvolvimento de fornecedores e prestadores de serviços <input type="checkbox"/> Promoção e incentivo à eficiência energética <input type="checkbox"/> Promoção e incentivo ao uso de energias renováveis <input type="checkbox"/> Promoção e incentivo à redução de emissões de GEE associadas ao transporte e logística <input type="checkbox"/> Promoção e incentivo à inovação tecnológica e P&D para a redução de emissões de GEE na produção e comercialização de bens e serviços <input type="checkbox"/> Promoção e incentivo à concepção de novos produtos ou serviços que possibilitem a redução de GEE <input type="checkbox"/> Estabelecimento de metas de redução de emissões de GEE <input type="checkbox"/> Compensação de emissões de GEE não reduzidas <input type="checkbox"/> Estabelecimento de remuneração variável associada ao desempenho na redução e emissões de GEE para executivos e colaboradores <input type="checkbox"/> Identificação dos riscos e vulnerabilidades, visando a adaptação às mudanças climáticas <input type="checkbox"/> Disponibilização da política sobre mudanças climáticas na área de livre acesso da página de internet da companhia <input type="checkbox"/> Disponibilização da política sobre mudanças climáticas para partes interessadas (acionistas, funcionários, fornecedores, clientes, comunidade, governo, etc.) <input type="checkbox"/> Adesão formal e pública a compromissos sobre mudanças climáticas <input type="checkbox"/> Participação em grupos para a gestão das mudanças climáticas e a proposição de políticas públicas
Gestão da mitigação	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Designação de responsabilidades sobre o tema mudanças climáticas na companhia <input type="checkbox"/> Atribuição de responsabilidades para a gestão dos riscos e oportunidades relacionadas às mudanças climáticas <input type="checkbox"/> Remuneração variável vinculada a metas de desempenho em gestão das emissões de GEE <input type="checkbox"/> Treinamentos para público interno para sensibilização e análise de riscos e vulnerabilidades por impactos das mudanças climáticas <input type="checkbox"/> Elaboração de inventários de emissões de GEE por escopo (metodologia GHG <i>Protocol</i>) <input type="checkbox"/> Contabilização de emissões indiretas <input type="checkbox"/> Designação de metas formais de redução de GEE <input type="checkbox"/> Compensação de emissões de GEE por meio de projetos próprios ou do apoio com recursos financeiros a projetos de terceiros <input type="checkbox"/> Estudos sobre vulnerabilidades frente às mudanças climáticas e potenciais impactos no seu negócio <input type="checkbox"/> Consideração da adaptação às mudanças climáticas na concepção de empreendimentos <input type="checkbox"/> Incorporação das emissões de GEE no processo de avaliação sistemática de aspectos e impactos ambientais de suas atividades <input type="checkbox"/> Realização de processos e procedimentos específicos para a gestão de emissões de GEE
Desempenho e verificação	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Comprovação de redução de emissões de GEE <input type="checkbox"/> Cumprimento de metas de redução de GEE previamente estabelecidas
Relato	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Divulgação de inventários de emissões de GEE

Fonte: Adaptado de MARCONDES e BACARJI, 2010.

É importante destacar que assumir uma postura passiva diante da mitigação das mudanças climáticas para cumprir apenas a meta de 5% de redução de GEE, prevista inicialmente no Plano Indústria, não é a estratégia mais indicada para as empresas brasileiras. Isso porque a implantação de uma política corporativa com estratégias inovadoras de redução de GEE implica, em muitos casos, em vantagens competitivas para a empresa, pelo aumento da eficiência e produtividade, além de ser um poderoso instrumento para promover o desenvolvimento sustentável (GVCES e WRI, 2010; GALVÃO *et al.*, 2011; MISTAGE-HENRÍQUEZ, 2015). De acordo com o programa Carbon Disclosure Project (plataforma internacional de gestão de GEE), as alternativas com maior rentabilidade e potencial para redução de GEE no Brasil são aquelas relacionadas à redução de emissões no próprio processo produtivo e no aumento da eficiência energética (CDP, 2014a; CDP, 2014b).

3 CONTABILIZAÇÃO DE EMISSÕES CORPORATIVAS DE GEE

Identificar projetos economicamente viáveis para redução de GEE representa um desafio para as empresas, pela grande dificuldade em estabelecer critérios confiáveis de quantificação das emissões. Por esse motivo, em 2001 foi criado o programa GHG Protocol, uma iniciativa internacional para facilitar a contabilização e a publicação de emissões corporativas de GEE, por meio da elaboração de inventários que contemplam as emissões diretas e indiretas da empresa, e em 2008 foi lançada a versão brasileira do programa (GVCES e WRI, 2010). A plataforma GHG Protocol também desenvolve e disponibiliza ferramentas computacionais que auxiliam no processo de contabilização de emissões corporativas de GEE, como instrumento de apoio para a gestão de emissões na própria empresa (WBCSD e WRI, 2000). A Tabela 3 resume as principais informações sobre o programa brasileiro GHG Protocol.

Tabela 3. Classificação de emissões de GEE segundo a metodologia GHG Protocol.

Classificação	Definição	Fontes de emissão
Escopo 1: Emissões diretas de GEE.	Fontes adquiridas ou controladas pela empresa.	Processos químicos; Caldeiras, fornos, veículos, etc.
Escopo 2: Emissões indiretas de GEE por consumo de energia.	Geração de energia elétrica consumida pela empresa.	Geração de energia elétrica.
Escopo 3: Outras emissões indiretas de GEE.	Fontes não controladas pela empresa, mas que são consequência de suas atividades.	Extração, produção e aquisição de insumos; Combustíveis para o transporte de matéria-prima e produtos; Serviços gerados pela empresa.

Fonte: Adaptado de GVCES e WRI, 2010.

As empresas que realizam inventários de emissões nos moldes do GHG Protocol brasileiro são qualificadas em três categorias (ouro, prata ou bronze) de acordo com a abrangência e o controle no monitoramento das emissões de GEE reportadas no inventário (escopo 1, 2 e 3). O resultado do inventário é publicado na plataforma on-line de registro público (www.registropublicodeemissoes.com.br).

No cenário internacional, o programa Carbon Disclosure Project é a principal plataforma para a gestão de emissões de GEE do setor corporativo (indústrias, bens de consumo, energia, instituições financeiras e outras atividades). Atualmente, do total de empresas brasileiras que utilizam essa plataforma para reportar seus inventários de GEE, cerca de 23% são indústrias de transformação (CDP, 2014b).

4 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Para avaliar se as indústrias nacionais de transformação estão, efetivamente, monitorando suas emissões de GEE e divulgando o resultado de seus inventários, como orienta a PNMC, foi contabilizado o número de inventários publicados por esse segmento no programa brasileiro GHG Protocol e a quantidade de emissões reportadas nos inventários em cada escopo (em termos de MtCO₂eq), no período de 2008 a 2014. As informações coletadas nessa etapa foram organizadas em planilha eletrônica (software Excel[®]) por ano de registro e posteriormente representadas graficamente, com o intuito de verificar a evolução do impacto da Política Nacional de Mudanças do Clima na promoção e incentivo à elaboração e divulgação de inventários de GEE, bem como conhecer o perfil das indústrias integrantes da plataforma GHG Protocol.

Além disso, foi realizada uma projeção das emissões de GEE para o setor de indústrias de transformação, com base na projeção do Segundo Inventário Nacional de Emissões de GEE¹ e do Decreto 7.390/2010 (BRASIL, 2010) até 2020. Essa análise comparativa permitiu avaliar o impacto da regulação nacional sobre mudanças do clima (BRASIL, 2009) na contabilização de GEE do setor industrial em 2020. Essas informações foram representadas graficamente, utilizando-se recursos do software Excel[®]. Também foi traçado um cenário de extrapolação linear dos dados das emissões registradas no GHG Protocol, considerando um ajuste de curva com coeficiente de determinação (R²) acima de 0,9.

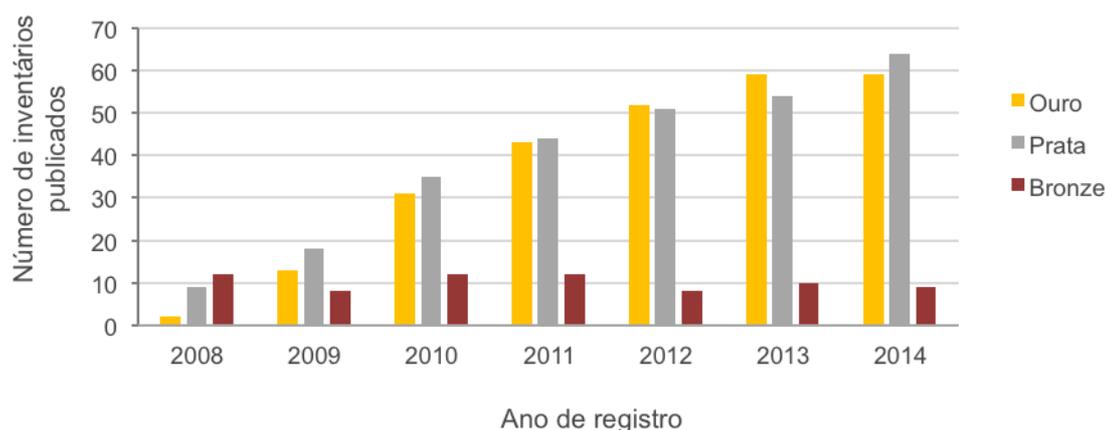
Por fim, foi realizado o levantamento do total de inventários de GEE e o perfil das empresas brasileiras cadastradas na plataforma Carbon Disclosure Project no ano de 2014, para analisar a situação da contabilização dos registros de GEE de empresas brasileiras na principal plataforma internacional disponível para essa finalidade, e essas informações foram confrontadas com os dados obtidos no registro do GHG Protocol. As informações foram coletadas a partir do relatório publicado pela Carbon Disclosure Project em 2014 (CDP, 2014b). Também foram contabilizadas as indústrias brasileiras de transformação que se destacaram no relatório do CDP (2014b), quanto à transparência e desempenho na gestão de emissões de GEE. Ainda nessa etapa, foram identificadas as alternativas tecnológicas mais rentáveis para a gestão de emissões de GEE no setor industrial nacional, a partir da análise do relatório de 2014 da Carbon Disclosure Project elaborado com base nas respostas fornecidas pelas empresas que participaram do Programa Mudanças Climáticas edição brasileira (CDP, 2014a; CDP 2014b).

5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

De acordo com as informações levantadas, o registro de inventários de GEE pelo setor de indústrias de transformação mostrou um aumento progressivo no programa GHG Protocol entre os anos de 2008 e 2014 (Figura 1). A categoria ouro é a mais completa e a mais difícil de ser alcançada, pois requer a comprovação da abrangência e do efetivo controle no monitoramento das emissões de GEE da empresa. Em 2014, cerca de 25,1% das empresas que divulgaram seus inventários no GHG Protocol eram indústrias de transformação de médio e grande porte, e des-

sa parcela 44,7% tiveram seus inventários certificados na categoria ouro (inventário completo e verificação por terceira parte), seguido por 48,5% na categoria prata (apenas inventário completo) e 6,8% na categoria bronze (inventário parcial). Esse fato revela um aspecto positivo, pois 93,2% dos inventários publicados em 2014 foram registrados nas duas mais altas categorias da plataforma GHG Protocol, o que aponta um comprometimento das empresas que participaram nesse programa na identificação e quantificação de suas emissões.

Figura 1. Inventários de GEE de indústrias nacionais de transformação que reportaram seus inventários de GEE na plataforma GHG Protocol.



Fonte: O autor.

A Tabela 4 apresenta uma lista com os subsetores de atividade das indústrias de transformação cujos inventários foram publicados no ano de 2014 no GHG Protocol. Os resultados revelam que são vários os subsetores participantes do registro público de GEE, porém, dois deles (metalurgia e fabricação de produtos químicos) responderam por 69,7% do total de emissões contabilizadas por 24,4% do montante de inventários registrados no ano de 2014.

Tabela 4. Categorias de atividades das indústrias de transformação que divulgaram seus inventários de

Subsetor no enquadramento dos inventários de GEE	Participação * (%)	Emissões de GEE ** (%)
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	8,9	0,1
Metalurgia	13,3	40,1
Fabricação de produtos alimentícios	8,9	5,2
Fabricação de produtos químicos	11,1	29,6
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	8,9	5,0
Fabricação de veículos automotores, reboques e carroceria	6,7	0,4
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	2,2	0,003
Fabricação de produtos de madeira	2,2	0,7
Fabricação de máquinas e equipamentos	2,2	0,06
Impressão e reprodução de gravações	6,7	6,3
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	2,2	0,01
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	2,2	0,01
Fabricação de produtos de minerais não metálicos	4,4	11,3
Fabricação de produtos têxteis	4,4	0,04
Fabricação de outros produtos diversos	15,6	1,1

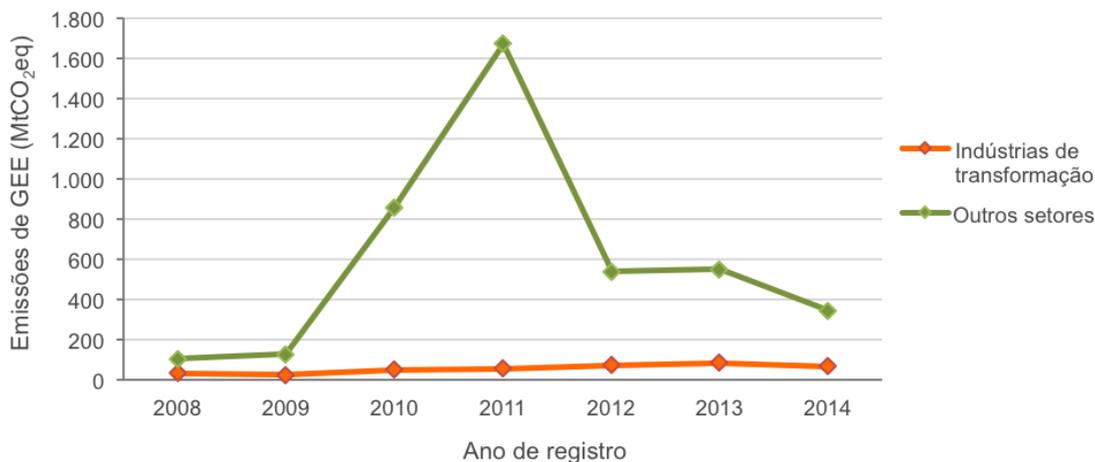
* Em relação ao número de empresas do setor de indústrias de transformação.

** Em relação ao total de emissões de GEE do setor de indústrias de transformação.

Fonte: O autor.

A evolução do total de emissões contabilizadas no GHG Protocol pelos inventários de indústrias de transformação em relação aos demais setores da economia (indústrias de extração, empresas de eletricidade e gás, construção, atividades financeiras, comércio, comunicação, agricultura, pecuária, produção florestal, entre outros) pode ser visualizada na Figura 2. Em 2012 houve a saída de uma grande empresa nacional do ramo de petróleo e gás natural, classificada no GHG Protocol como setor de indústria de extração, o que provocou uma queda significativa no total de emissões de GEE contabilizadas como “outros setores”.

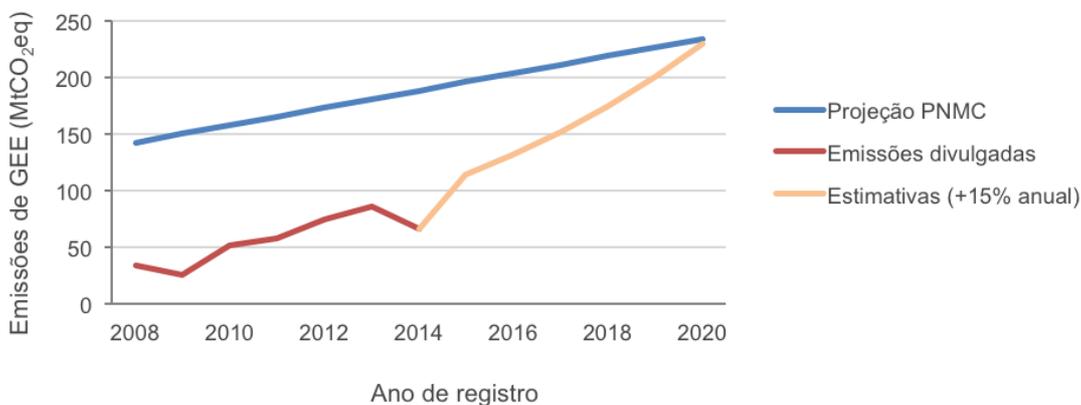
Figura 2. Quantidade de emissões totais reportadas por indústrias de transformação na plataforma GHG Protocol.



Fonte: O autor.

A extrapolação das emissões de GEE divulgadas no GHG Protocol entre 2008 e 2014 apontou para uma projeção de aumento de 15% ao ano na quantidade de emissões futuras do setor de indústrias de transformação inventariadas e contabilizadas pelo sistema de registro público brasileiro (Figura 3). Ao comparar essa informação com a estimativa de crescimento das emissões de GEE do setor industrial, conforme Decreto no 7.390/2010 (BRASIL, 2010), que regulamenta a Política Nacional sobre Mudanças do Clima, verificou-se uma tendência à ampla divulgação e relato de emissões de GEE desse setor até o ano de 2020, como mostra a Figura 3.

Figura 3. Estimativa de projeção de emissões até 2020 reportadas na plataforma GHG Protocol.



Fonte: O autor.

Em relação ao programa Carbon Disclosure Project, os dados levantados revelaram que 52 empresas brasileiras publicaram seus inventários de GEE nessa plataforma em 2014 e, desse total, 18 se enquadraram na categoria de indústria de transformação (bens industriais e materiais básicos), correspondendo a 22,3% do total de empresas nacionais participantes (Tabela 5). Essa parcela representa cerca de 14% do total de registros contabilizados no mesmo período no programa GHG Protocol, o que indica que a plataforma brasileira é o mecanismo mais utilizado pelas empresas nacionais para divulgação e relato de suas emissões de GEE.

Tabela 5. Categorias de atividades das empresas brasileiras que divulgaram seus inventários de GEE no Carbon Disclosure Project no ano de 2014.

Setor no enquadramento dos inventários de GEE	Participação * (%)
Bens de consumo (alimentos, higiene, bebidas, tabaco, outros)	19,0
Bens industriais (transporte, máquinas, aeroespacial)	12,1
Concessionárias (energia elétrica, água e saneamento)	20,7
Energia (óleo, gás e combustíveis)	5,2
Financeiro (bancos e instituições financeiras)	22,4
Materiais básicos (produtos químicos, mineração, celulose, siderurgia)	10,3
Serviços de saúde	3,4
Serviços de telecomunicação e tecnologia da informação	6,9

* Em relação ao número total de empresas brasileiras.

Fonte: CDP (2014b).

Além disso, a análise do relatório da Carbon Disclosure Project (CDP, 2014b) apontou que em 2014 apenas quatro indústrias brasileiras do setor de transformação obtiveram nota A (máxima) na categoria transparência das informações reportadas pela empresa e nenhuma empresa recebeu nota A na categoria desempenho corporativo na gestão de GEE (foram atribuídas apenas notas B, C e E). De acordo com a classificação utilizada pela Carbon Disclosure Project, as notas representam: A – diminuição efetiva e significativa de emissões de GEE; B – nem todas as iniciativas da empresa estão totalmente definidas; C – vários estágios de estratégias de integração de ações da empresa aos aspectos das mudanças climáticas; D – poucas evidências de mitigação e adaptação ante as mudanças do clima; E – pouca evidência de iniciativas de gestão de carbono pela empresa. Essas notas são atribuídas com base nas respostas que foram dadas pelas empresas brasileiras respondentes do questionário elaborado pela Carbon Disclosure Project em 2014 (CDP, 2014a).

Não é possível, entretanto, comparar a atuação das empresas brasileiras quanto à contabilização de suas emissões de GEE no programa GHG Protocol e Carbon Disclosure Project, pois os dois sistemas têm por princípio propósitos distintos. Isto é, enquanto o programa GHG Protocol busca diagnosticar a qualidade e a abrangência dos inventários de GEE, o programa Carbon Disclosure Project visa avaliar as estratégias estabelecidas pelas empresas para mitigação e adaptação de suas atividades perante as mudanças climáticas. Nesse sentido, as duas plataformas se complementam, pois o programa GHG Protocol pode fornecer subsídios para a criação de novas políticas públicas voltadas à redução de emissões nacionais de GEE e o cumprimento de metas brasileiras assumidas na COP-15, já o programa Carbon Disclosure Project apoia investidores na tomada de decisão sobre o risco associado à atividade econômica.

Nesse sentido, a plataforma Carbon Disclosure Project é um instrumento muito mais abrangente, pois, além de contabilizar emissões, também avalia o gerenciamento de GEE no setor industrial, já que considera aspectos de gestão, riscos e oportunidades das estratégias corporativas perante as mudanças climáticas. Esse fato é evidenciado pelo uso de uma nota dupla composta

por um valor numérico para desempenho e uma letra que reflete o posicionamento e progresso da gestão ambiental da empresa.

A análise do relatório de 2014 da Carbon Disclosure Project (CDP, 2014b) revelou ainda que as alternativas tecnológicas mais atrativas são aquelas que implicam na redução de emissões de GEE e no aumento da eficiência energética nos processos de produção (Tabela 6). Essas informações são compatíveis com os relatos de Henriques (2010), Borba *et al.* (2012) e IPCC (2014). Entretanto, a atualização de tecnologias obsoletas por alternativas mais modernas e eficientes demanda recursos financeiros, muitas vezes de elevado custo, por isso a importância de mecanismos de crédito e incentivo financeiro pelo setor público (PNMC, 2009).

Tabela 6. Alternativas tecnológicas que se destacaram na redução de emissões de GEE em indústrias de transformação no Brasil.

Tipo de alternativa	Investimentos em 2013 (milhões R\$)	Economia anual (milhões R\$)	Redução anual de GEE (10 ³ tCO ₂ eq)
Instalação de energia de baixo teor de carbono	2.281,4	0,4	2.649,5
Eficiência energética (estrutura do edifício)	580,0	2,5	*
Reduções de emissões de processo	235,5	32,7	13.279,9
Eficiência energética (processos)	187,8	51,4	5.478,2
Transporte (frota)	169,0	5,6	*
Eficiência energética (serviços de construção)	158,8	11,7	*
Outros	142,8	12,4	*

* Dados não informados pelo CDP.

Fonte: CDP (2014b).

É importante ressaltar ainda que a elaboração e a publicação do inventário de GEE pela empresa na plataforma de registro público é apenas o início do processo de mitigação e adaptação do setor empresarial diante das mudanças do clima, pois nessa fase são identificados os pontos críticos de emissões de GEE na cadeia produtiva, os quais precisam ser analisados, como a extração e a utilização de insumos, a geração e a destinação de resíduos (gases, líquidos e sólidos), a fonte de energia (elétrica, calor, etc.) e o tipo de transporte (matéria-prima e produtos), entre outros (BRASIL, 2008; BRASIL, 2009). A partir dessa etapa a empresa irá dispor de informações (completas ou parciais, dependendo da abrangência do inventário) que lhe auxiliam na tomada de decisão sobre qual a melhor intervenção tecnológica a ser adotada e quais as estratégias de gestão das emissões corporativas, com vistas à promoção de uma economia de baixo carbono. Além disso, o processo de monitoramento, verificação e ação por parte da empresa deve ser contínuo (BRASIL, 2009; ABREU *et al.*, 2014).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da contabilização de inventários de GEE mostrou que as duas principais plataformas disponíveis para essa finalidade relataram a mesma proporção de registros para o setor de indústrias de transformação em 2014 (25,1% no programa brasileiro GHG Protocol e 22,3% no programa internacional Carbon Disclosure Project, em relação ao total de empresas participantes). Entretanto, quando as duas plataformas são comparadas do ponto de vista de sua finali-

dade, verificou-se uma grande discrepância. O GHG Protocol estimula a elaboração de inventários completos e detalhados sobre emissões de GEE como mecanismo para auxiliar o ambiente corporativo na identificação de riscos e oportunidades associados à redução de emissões, já o Carbon Disclosure Project é muito mais abrangente, pois também avalia o desempenho das indústrias na gestão de suas emissões de GEE e nas ações para mitigação e adaptação de suas atividades ante as mudanças climáticas, a partir do registro dos inventários. Como conclusão dessa análise, há a necessidade de atualização das funções da plataforma GHG Protocol de modo a incluir também mecanismos de avaliação de desempenho corporativo na gestão e redução de carbono no setor industrial, com a utilização de uma classificação que incorpore transparência e performance das estratégias, semelhante à metodologia adotada no Carbon Disclosure Project.

REFERÊNCIAS

ABREU, M. C. S.; ALBUQUERQUE, A. M.; FREITAS, A. R. P. Posicionamento estratégico em resposta às restrições de emissões de gases de efeito estufa. **Revista de Administração**, Universidade de São Paulo, v. 49, n. 3, p. 578-590, 2014.

BORBA, B. S. M. C.; LUCENA, A. F. P.; RATHMANN, R. Energy-related climate change mitigation in Brazil: Potential, abatement costs and associated policies. **Energy Policy**, v. 49, p. 430-441, 2012. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0301421512005502>>. Acesso em: 03 dez. 2015.

BRASIL. Comitê Intergovernamental sobre Mudança do Clima, Governo Federal, Plano Nacional sobre Mudança do Clima. Brasília, 2008. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/smcq_climaticas/_arquivos/plano_nacional_mudanca_clima.pdf>. Acesso em: 05 nov. 2015.

_____. Lei Federal no 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 2009. Brasília. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm>. Acesso em: 05 nov. 2015.

_____. Decreto no 7.390, de 9 de dezembro de 2010. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 2010. Brasília. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7390.htm>. Acesso em: 05 nov. 2015.

_____. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Plano Setorial de Mitigação e Adaptação à Mudança do Clima para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Indústria de Transformação. Brasília, 2013. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80076/Industria.pdf>>. Acesso em: 05 nov. 2015.

_____. Empresa de Pesquisa Energética, Plano Decenal de Expansão de Energia 2023. Sumário. Brasília, 2014.

CDP, CARBON DISCLOSURE PROJECT. Orientação às empresas respondentes sobre mudanças climáticas em nome dos investidores e membros da cadeia de abastecimento, v. 44, n. 0, 2014a. Disponível em: <<http://www.cdpla.net/sites/default/files/CDP2014%20Guia%20de%20Orient%C3%A7%C3%A3o%20as%20Empresas%20Respondentes.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2015.

_____. Conexão entre mudanças climáticas e modelos de negócios: uma agenda em evolução - CDP Mudanças Climáticas Brasil 100. Reino Unido, 2014b. Disponível em: <http://www.cdpla.net/sites/default/files/CDP_RA14_PT_completo.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2015.



FERREIRA, M. F.; LIMA, C. A. R. Incentivos e sanções nas políticas brasileiras de mudanças climáticas e o papel dos inventários de emissões. In: MARCOVITCH, J. (Org.). **A Redução de Emissões de Gases de Efeito Estufa e a Legislação Brasileira**, São Paulo: Universidade de São Paulo, 2011, p. 88-100. Disponível em: <http://www.usp.br/mudarfuturo/PDF/Atualizacao_11_04052011.pdf#page=82>. Acesso em: 10 dez. 2015.

GALVÃO, H. M.; MUSSENGUE, M. M. A.; JESUS, M. A. S. Os Incentivos à ciência e tecnologia nas políticas públicas sobre mudanças climáticas no Brasil. In: MARCOVITCH, J. (Org.). **A Redução de Emissões de Gases de Efeito Estufa e a Legislação Brasileira**, São Paulo: Universidade de São Paulo, 2011, p. 55-78. Disponível em: <http://www.usp.br/mudarfuturo/PDF/Atualizacao_11_04052011.pdf#page=82>. Acesso em: 05 nov. 2015.

GHEZLOUN, A. *et al.* The Post-Kyoto. *Energy Procedia*, v. 36, p. 1-8, 2013. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1876610213010886>>. Acesso em: 7 out. 2014.

GVCES, FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS; WRI, WORLD RESOURCES INSTITUTE. Especificações do programa brasileiro GHG Protocol: contabilização, quantificação e publicação de inventários. 2010.

HENRIQUES, M. F. **Potencial de redução de emissão de gases de efeito estufa pelo uso de energia no setor industrial brasileiro**, 2010, 309 p., Tese de doutorado (Doutorado em Planejamento Energético), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <http://www.ppe.ufrj.br/ppes/production/tesis/mauricio_junior.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2015.

IBÁÑEZ-FORÉS, V.; BOVEA, M. D.; PÉREZ-BELIS, V. A holistic review of applied methodologies for assessing and selecting the optimal technological alternative from a sustainability perspective. **Journal of Cleaner Production**, v. 70, p. 259-281, 2014. doi:10.1016/j.jclepro.2014.01.082. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0959652614001127>>. Acesso em: 16 dez. 2015.

IPCC, INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. First Assessment Report Overview Chapter, 1990. Disponível em: <http://www.ipcc.ch/ipccreports/1992%20IPCC%20Supplement/IPCC_1990_and_1992_Assessments/English/ipcc_90_92_assessments_far_overview.pdf>. Acesso em: 01 nov. 2015.

_____. *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Working Group III, Contribution to the IPCC 5th Assessment Report - Changes to the underlying Scientific/Technical Assessment*. Berlim, 2014.

IPEA, INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. Perspectivas sobre as negociações de mudança climática e seus impactos na política brasileira, Comunicado IPEA Nº 45, 22/04/2010, 2010.

JAHYR-PHILIPPE, B.; LIMA, R. A. Uma análise da política nacional sobre mudança do clima de 2009, **Cadernos de Direito**, Piracicaba, v. 12, n. 23, p. 165-192, 2012.

LAU, L. C.; TEONG, K.; MOHAMED, A. R. Global warming mitigation and renewable energy policy development from the Kyoto Protocol to the Copenhagen Accord - A comment. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 16, p. 5280-5284, 2012.

LIM, J. Impacts and implications of implementing voluntary greenhouse gas emission reduction targets in major countries and Korea. *Energy Policy*, v. 39, n. 9, p. 5086-5095, 2011. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0301421511004599>>. Acesso em: 14 out. 2015.

MARCONDES, A.; BACARJI, C. *ISE sustentabilidade no mercado de capitais*. São Paulo: Report Editora, 2010.

MARCOVITCH, J. Mudanças climáticas e multilateralismo. **Revista de Administração da USP**, n. 72, p. 8-21, São Paulo, 2006.

MERAD, M. *et al.* Using a multi-criteria decision aid methodology to implement sustainable development principles within an organization. **European Journal of Operational Research**, v. 224, n. 3, p. 603-613, 2013. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S037722171200642X>>. Acesso em: 12 nov. 2015.

MISTAGE-HENRÍQUEZ, O. **Sistema de apoio para a gestão de emissões de gases de efeito estufa em indústrias de transformação**, 2015, 117 p, Dissertação (Mestrado em Gestão Ambiental). Universidade Positivo, Programa de Pós-Graduação em Gestão Ambiental, Curitiba, Paraná, 2015.

ONU, UNITED NATIONS ORGANIZATION. Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change, 1998. Disponível em: <<http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>>. Acesso em: 09 set. 2015

PBMC, PAINEL BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. Mitigação das Mudanças Climáticas. **Primeiro relatório de avaliação nacional**, Brasília, v. 3, 2013.

UNFCCC, UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE. Compilation of information on nationally appropriate mitigation actions to be implemented by Parties not included in Annex I to the Convention, 2011.

UNIDO, UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION. Industrial Development Report 2011 - Industrial Energy Efficiency for Sustainable Wealth Creation. Vienna, 2011.

WBCSD, WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT; WRI, WORLD RESOURCES INSTITUTE. The greenhouse gas protocol - A corporate accounting and reporting standard, Washington DC, 2000.

NOTA

¹ 2º Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas por fontes e Remoções por Sumidouros de GEE não Controlados pelo Protocolo de Montreal.



Avaliação das metodologias de compensação ambiental utilizadas no licenciamento ambiental de cinco estados brasileiros

Evaluation of environmental offset methodologies required by the environmental licensing systems of five Brazilian States

Alberto Fonseca*

Frederico Leite**

**Doutor em Desenvolvimento Sustentável, professor no Departamento de Engenharia Ambiental da Universidade de Ouro Preto, Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil.
End. Eletrônico: albertof@em.ufop.br*

***Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil.
End. Eletrônico: leite.fred@gmail.com*

doi:10.18472/SustDeb.v7n1.2016.17733

Recebido em 16.02.2016

Aceito em 05.04.2016

ARTIGO - VARIA

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi analisar as abordagens de cálculo da compensação ambiental para a criação e manutenção de unidades de conservação nos estados do Amazonas, Bahia, Mato Grosso do Sul, Paraná e Rio de Janeiro. O estudo seguiu uma abordagem qualitativa e descritiva de investigação. Os dados foram coletados por meio de análises da literatura e da legislação ambiental estadual. Foi identificado que as abordagens estaduais refletem a abordagem federal, pois ambas consideram o percentual do Grau de Impacto e o Valor de Referência como variáveis de cálculo da compensação ambiental. As metodologias estaduais, todavia, especificam mais detalhadamente os componentes que devem ser considerados na análise dos impactos, sendo, potencialmente, mais precisas no sentido de identificar impactos significativos. Nenhuma das metodologias parece ser capaz de identificar impactos mitigáveis e recuperáveis, levando a um cálculo de compensação que conflita com os modelos de matriz de avaliação de impacto utilizados no licenciamento ambiental. O artigo conclui sugerindo estudos futuros.

Palavras-chave: Compensação Ambiental. Unidades de Conservação. Grau de Impacto. Licenciamento Ambiental.

ABSTRACT

This article seeks to analyze the methodological approaches in the determination of biodiversity offsets required to maintain and create protected areas in the states of Amazonas, Bahia, Mato Grosso do Sul, Paraná and Rio de Janeiro. The study followed a qualitative and descriptive approach. Data were collected through academic and grey literature reviews. Three Brazilian states were found to have unique approaches for estimating biodiversity offsets; two states still use the generic national-level approach. The states with unique offset methodologies are able to capture, in more detail, ecosystem components, and are thus potentially more precise in determining significant impacts. None of the approaches were found to be able to estimate the impacts that can be mitigated and restored, which is in conflict with the theoretical principles of biodiversity offset calculation. The article concludes with a recommendation for future lines of research on the matter.

Keywords: Biodiversity Offset. Conservation Areas. Impact Assessment. Environmental Licensing.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta uma área de 8.515.767,049 km² (IBGE, 2015). Desse total, 18,21% estão protegidos por unidades de conservação federal, estadual e municipal (MMA, 2015): uma área superior à soma dos territórios da Alemanha, Espanha, Itália e Suécia. As unidades de conservação têm, historicamente, cumprido uma série de funções cujos benefícios são usufruídos por grande parte da população brasileira – inclusive por setores econômicos em contínuo crescimento, sem que se deem conta disso (MITTERMEIER *et al.*, 2005). Parte expressiva da qualidade e da quantidade da água que compõe os reservatórios de usinas hidrelétricas, provendo energia para cidades e indústrias, é assegurada por mananciais e cursos de água presentes em unidades de conservação (MEDEIROS e YOUNG, 2011).

A criação e a implementação das Áreas Protegidas também contribuem para assegurar o direito de permanência e a cultura de populações tradicionais e povos indígenas previamente existentes (VERÍSSIMO *et al.*, 2011). Apesar da importância e da grande extensão territorial das unidades de conservação, os investimentos necessários para sua gestão e administração não têm sido suficientes para garantir a qualidade ambiental dessas áreas (RYLANDS; BRANDON, 2005). Um diagnóstico financeiro das unidades de conservação corroborou a existência de um “gargalo” orçamentário nessas unidades, destacando a importância do aprimoramento dos mecanismos financeiros para as políticas brasileiras de biodiversidade (FREITAS e CAMPHORA, 2009).

A Lei Federal nº 9.985/2000 (BRASÍLIA, 2000) criou o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), que estabelece dois grupos de unidades de conservação no Brasil: 1) Unidades de Proteção Integral, as quais apresentam como função principal a preservação dos bens naturais, permitindo atividades muito restritas, como pesquisa e visitação; e 2) Unidades de Uso Sustentável, menos restritivas com relação ao desenvolvimento de atividades econômicas de extração dos recursos naturais, respeitando a legislação específica e os procedimentos de licenciamento ambiental. O financiamento das atividades de custeio e investimento dessas unidades foi reconhecido na supramencionada Lei do SNUC que, em seu artigo 36, determinou que nos casos de licenciamento ambiental de projetos com significativo impacto ao meio am-



biente, fundamentado em Estudo de Impacto Ambiental e respectivo relatório (EIA/Rima), “(...) o empreendedor é obrigado a apoiar a implantação e manutenção de unidade de conservação do Grupo de Proteção Integral, de acordo com o disposto neste artigo e no regulamento desta Lei”. As aprovações das licenças ambientais no Brasil são, frequentemente, condicionadas ao cumprimento de condicionantes ambientais. Uma das condicionantes ambientais exigidas no caso de projetos que tenham impactos ambientais potencialmente significativos é o pagamento da compensação financeira prevista na Lei do Snuc.

A compensação ambiental constitui uma das diversas fontes de sustentabilidade financeira das unidades de conservação brasileiras, com repasses de organizações internacionais, programas de áreas protegidas, taxas de visitação, exploração de serviços internos, repasses privados, entre outros. Todavia, como destacou o Ministério do Meio Ambiente – MMA (2009), a compensação ambiental tornou-se uma das principais fontes de financiamento, dado o volume de recursos financeiros que ela tem gerado.

A compensação ambiental da Lei do Snuc se dá estritamente por meio de desembolsos financeiros do empreendedor, diferentemente do que ocorre em outros modelos de mitigação e compensação ambiental, como a do Código Florestal, que pode exigir a compensação na forma de ações de reflorestamento (FARIA, 2008). Esse caráter financeiro da compensação ambiental do Snuc foi questionado juridicamente pela Confederação Nacional das Indústrias. Mas o Superior Tribunal Federal (STF) julgou que a compensação ambiental não tem natureza jurídica de taxa, nem de indenização e considerou legítima a criação da chamada “compensação financeira do Snuc”. No entanto, o STF considerou a ilegitimidade do art. 36 da Lei nº 9.985/2000, sobre o fato de que o valor da compensação em questão deve ser fixado proporcionalmente ao impacto ambiental identificado após estudo, em que se assegurem o contraditório e a ampla defesa e não considerando diretamente a fixação de percentual sobre os custos do empreendimento (DOMINGUES, 2009). Tal julgamento corroborou a importância das metodologias de cálculo da compensação ambiental, que podem influenciar diretamente nos valores arrecadados para as unidades de conservação.

A definição da metodologia a ser adotada para o cálculo da compensação ambiental foi detalhada no Decreto Federal 6.848/2009 que acrescentou o art. 31-A ao Decreto Federal 4.340/2002 (BRASÍLIA, 2002) a seguinte fórmula: “ $CA = VR \times GI$ ”, onde CA corresponde ao Valor da Compensação Ambiental, VR corresponde ao Valor de Referência do Empreendimento, que é calculado pelo somatório dos investimentos necessários para implantação do empreendimento, e GI corresponde ao Grau de Impacto nos ecossistemas, podendo atingir valores de 0 a 0,5%. Essa fórmula de cálculo da compensação ambiental é a federal. Conforme diagnosticado pela The Nature Conservancy (TNC, 2013b), diversos estados brasileiros têm desenvolvido abordagens específicas de cálculo, de modo que há hoje um pluralismo metodológico de cálculo da compensação ambiental. O estudo da TNC concluiu que o aprimoramento das metodologias de cálculo tem o potencial de reduzir “eventuais questionamentos jurídicos sobre o montante [de recursos financeiros] a ser destinado”. Todavia, este estudo não analisou criticamente as diversas metodologias de cálculo que estão surgindo, de modo a entender os seus aspectos positivos e negativos. A importância do desenvolvimento de conhecimento metodológico foi destacada por Geluda e Young (2004), que, há cerca de uma década, julgou que

(...) ainda não foi apresentada metodologia tecnicamente consistente e teoricamente embasada para lidar com o tema (a nosso ver, deveria ser usada a teoria de valoração econômica dos recursos ambientais, algo que até agora foi ignorado pelos gestores públicos) (...) Portanto, o tema “mecanismo de compensação ambiental” ainda deve ser bastante debatido para que esse instrumento seja aprimorado e suas limitações corrigidas ou amenizadas (p. 650).

Apesar da relevância do tema, poucos estudos, desde a promulgação da Lei do Snuc, analisaram criticamente as metodologias de cálculo da compensação ambiental. Ciente dessa lacuna de co-

nhecimento, esta pesquisa procurou avaliar as recentes metodologias utilizadas nas jurisdições estaduais. Mais especificamente, o objetivo desta pesquisa foi analisar as principais metodologias de cálculo da compensação ambiental utilizadas em cinco estados brasileiros, de modo a entender em que medida elas estavam contribuindo para melhorias na criação e manutenção das unidades de conservação.

Este artigo foi estruturado em cinco seções, além desta introdução. Na seção seguinte são apresentadas breves considerações metodológicas. Em seguida é apresentada uma revisão conceitual-teórica da compensação ambiental, comparando a política brasileira com exemplos internacionais. A penúltima seção mostra os detalhes das metodologias de cálculo da compensação ambiental nos cinco estados selecionados. Finalmente, na última seção são apresentadas conclusões e considerações finais.

2 METODOLOGIA

Esta pesquisa adotou uma abordagem qualitativa de investigação. Para Goldenberg (2004), a abordagem qualitativa não se preocupa com “a representatividade numérica do grupo pesquisado, mas com o aprofundamento da compreensão de um grupo social, de uma organização, de uma instituição, de uma trajetória”. Os dados foram coletados por meio de revisão de literatura e de análise de conteúdo da legislação estadual. As informações também foram levantadas em banco de dados especializados, como os sites das Secretarias de Meio Ambiente estaduais, arquivos de documentos como pareceres técnicos, estudos ambientais e pautas de reuniões ordinárias das Câmaras Técnicas de Compensação Ambiental.

As análises focaram no cenário nacional e em cinco estudos de caso correspondentes a cinco estados representativos de regiões brasileiras: Amazonas, Bahia, Mato Grosso do Sul, Paraná e Rio de Janeiro. Esta amostra foi selecionada de modo a incluir, pelo menos, um estado de cada macrorregião brasileira, de forma a aumentar as chances de capturar diferenças geográficas. A escolha dos estados em cada região foi aleatória. Os estados aqui selecionados não podem ser entendidos como representativos da situação nacional, mas, simplesmente, como uma amostra exemplificativa da pluralidade de sistemas de compensação ambiental existentes no território brasileiro. Cabe destacar que os estados do Paraná e Rio de Janeiro foram os primeiros a estabelecer, por meio de Decretos Estaduais, metodologias próprias para o cálculo da compensação ambiental financeira.

3 CONCEITO E POLÍTICAS DE COMPENSAÇÃO AMBIENTAL

Compensação ambiental é um conceito amplo que abarca diversos tipos de compensações de ordem socioambiental no contexto não apenas da avaliação de impacto e do licenciamento ambiental, mas de diversas políticas de biodiversidade e recursos naturais (GARDNER *et al.*, 2013). No Brasil existem diversos tipos de compensação aplicados a projetos que interferem em ambientes naturais. Entre os principais tipos, destacam-se a supramencionada compensação florestal por supressão vegetal em Área de Preservação Permanente, bem como as compensações financeiras pela exploração de recursos minerais (Cfem) e pela utilização de recursos hídricos (CFURH), e a compensação ambiental do Snuc (FARIA, 2008). Também existem sistemas de compensação ambiental que são determinados de maneira ad hoc, no contexto de cada projeto (SONTER; BARRETT; SOARES-FILHO, 2014).

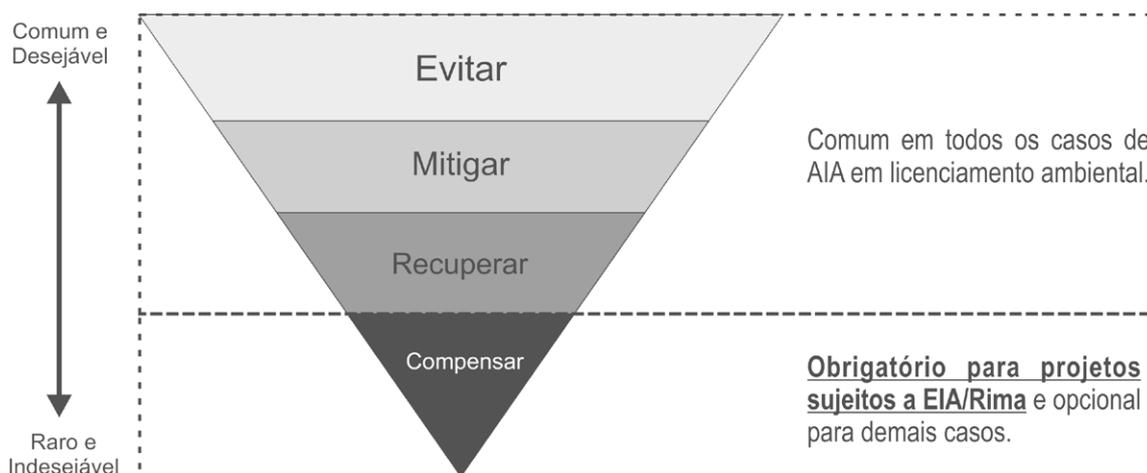


A compensação ambiental do Snuc, por focar na preservação de espaços naturais de relevância ecológica, pode ser entendida como uma compensação de perdas de biodiversidade, conhecida na língua inglesa como biodiversity offsets. A compensação de biodiversidade é, talvez, a mais comumente discutida na literatura internacional. Entre os trabalhos sobre compensação de biodiversidade mais citados globalmente estão os da Business and Biodiversity Offsets Programme (BBOP), um programa colaborativo entre empresas, governos, instituições financeiras e especialistas em conservação, que objetivava entender os meios de aumentar a efetividade das políticas de compensação.

A BBOP definiu compensação de biodiversidade como “resultados mensuráveis de conservação advindos da compensação dos impactos residuais negativos de projetos de desenvolvimento, depois que medidas apropriadas de prevenção e mitigação foram tomadas” (BBOP, 2009, p. 12). O objetivo da compensação de biodiversidade, segundo a BBOP (2009, p. 13), é “conseguir a ausência de perda líquida (no net loss) ou, preferencialmente, um ganho líquido (net gain) de biodiversidade em termos de composição de espécies, estrutura de habitats, funções ecossistêmicas e os usos sociais e valores culturais associados com biodiversidade”.

As medidas de compensação ambiental são frequentemente citadas na literatura acadêmica como uma alternativa, hierarquicamente menos desejada, para lidar com os impactos que não podem ser evitados, mitigados e recuperados (UNEP, 2002). Essa hierarquia é ilustrada com frequência por meio do Triângulo da Mitigação (Figura 1).

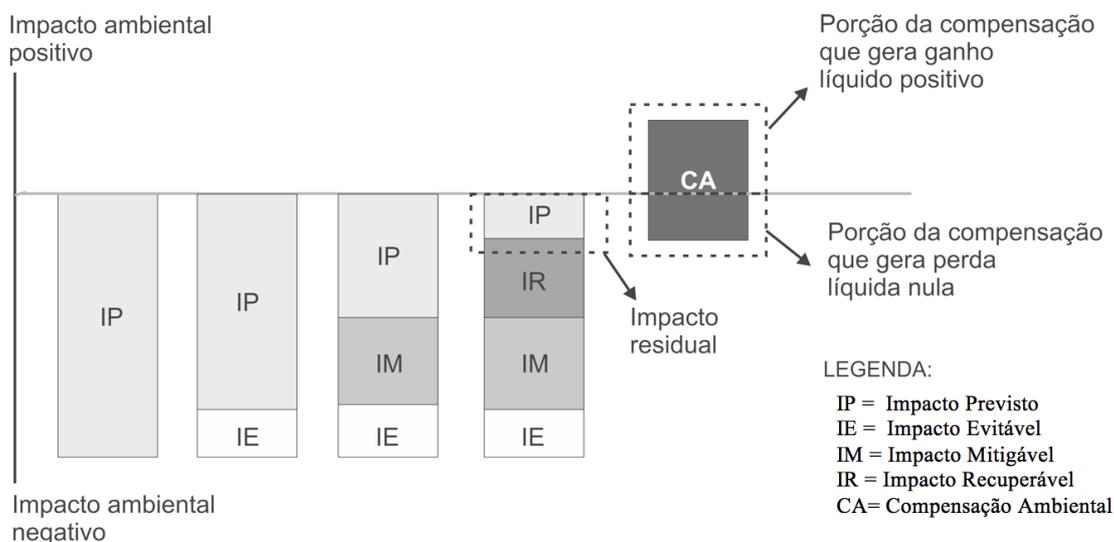
Figura 1 - Triângulo da Mitigação.



Fonte: Adaptado de Unep (2002) e IAIA (2013).

O Triângulo da Mitigação é um diagrama que recomenda, em primeiro lugar, a implementação de medidas que evitem impacto ambiental. Na impossibilidade dessas medidas serem implementadas, busca-se mitigar os impactos ou recuperar as áreas impactadas. Caso todas essas medidas não se mostrarem alcançáveis, resta a opção de compensar os impactos (UNEP, 2002). No Brasil, conforme ilustra a Figura 1, o uso da compensação ambiental é obrigatória no caso de projetos que são sujeitos a EIA/RIMA. Outra maneira de visualizar a importância da hierarquia da mitigação para a definição de medidas de compensação ambiental está ilustrada na Figura 2 abaixo, adaptada de BBOP (2009a).

Figura 2 - Hierarquia da Mitigação.



Fonte: Adaptado de BBOP (2009a).

Como se observa na Figura 2, a compensação ambiental pode ser entendida como as medidas necessárias para compensar os impactos residuais, ou seja, os impactos negativos que não podem ser evitáveis, mitigáveis e recuperáveis. Quando a compensação ambiental é equivalente ao impacto residual, obtém-se uma situação de “perda líquida nula”, conhecida em inglês como no net loss. Quando a compensação ambiental gera, além da compensação dos impactos residuais, impactos ambientais positivos, obtém-se uma situação de “ganho líquido positivo”.

Políticas de compensação ambiental eficientes devem garantir, pelo menos, uma situação de perda líquida nula e, se possível, ganho líquido positivo. Para tal, as medidas de compensação ambiental podem prever medidas que sejam da “mesma natureza” dos impactos negativos residuais (no inglês, in-kind). Por exemplo, se os impactos negativos residuais de um projeto forem “supressões florestais”, as medidas de compensação ambiental de “mesma natureza” seriam o plantio ou recuperação florestal de áreas e ecossistemas semelhantes. Outra possibilidade, cada vez mais comum globalmente (BBOP, 2009), são medidas de compensação ambiental de “natureza distinta” (no inglês, out-of-kind). Um exemplo de compensação de natureza distinta, no caso citado anteriormente, seria o financiamento de infraestrutura ou atividades de conservação em outras áreas.

Assim como o Brasil, outros países já desenvolveram, ou buscam estabelecer base legal para implantação de medidas de compensação ambiental. Villarroya *et al.* (2014) promoveram uma revisão dos principais arcabouços normativos da compensação ambiental vinculada ao licenciamento ambiental na Argentina, Brasil, Chile, Colômbia, México, Peru e Venezuela. Todos os países mencionados apresentam legislações específicas para a manutenção da biodiversidade, buscando proteger as coberturas naturais presentes em seus territórios. No entanto, apenas Brasil, Colômbia, México e Peru apresentam leis ou decretos que normatizam a compensação ambiental sobre impactos significativos (VILLARROYA *et al.*, 2014). Mckenney e Kiesecker (2010) realizaram uma revisão de políticas de compensação de biodiversidade para diversas outras regiões. Os principais resultados dos estudos de Villarroya *et al.* (2014) e Mckenney e Kiesecker (2010) estão compilados no Quadro 1.

Quadro 1 – Políticas de compensação ambiental em diferentes países e regiões geográficas

Aspectos da Política \ Países	Brasil (Lei federal 9.985/2000)	Colômbia (Lei federal)	México (Lei federal)	Peru (Lei federal)	US Wetlands	EU natura 2000
Objetivo da compensação	Equilibrar os impactos negativos de projetos com a proteção de áreas de conservação	Biodiversidade sem perda líquida (<i>no net loss</i>)	Equilibrar alterações florestais com ganhos equivalentes em outras áreas	Biodiversidade sem perda líquida (<i>no net loss</i>) ou com ganho líquido (<i>net gain</i>)	Ganhos de biodiversidade sem tratar de perda líquida ou ganho líquido	Ganhos de biodiversidade sem tratar de perda líquida ou ganho líquido
Meios da compensação	Financeira	Área	Área florestal e custo de restauração	Área	Proporção de 1 para 1 de área ou de extensão de ambientes aquáticos impactados	Varia de acordo com a espécie, <i>habitat</i> e funções
Localização das medidas	Sem preferência, a não ser que os impactos atinjam diretamente unidades de conservação.	N/A	N/A	N/A	Mesma bacia hidrográfica	Mesma região biogeográfica de um mesmo estado-membro; mesma rota migratória de pássaros
Equivalência de medidas	Não específica, mas tem sido <i>out-of-kind</i> (de natureza distinta do impacto)	Da mesma natureza	Não está claro, depende da aplicação de recursos	Da mesma natureza	Medidas ambientais preferencialmente, e da mesma natureza nos casos de recursos naturais difíceis de recuperar	Medidas similares em termos de proporções e funções

Fonte: Adaptado de McKenney e Kiesecker (2010) e Villarroya *et al.* (2014).

Como se depreende do Quadro 1, as políticas de compensação ambiental variam entre países e regiões geográficas. A política de compensação ambiental estabelecida pela Lei do Snuc no Brasil obriga o empreendedor a compensar impactos negativos significativos, sem que, para isso, sejam necessariamente avaliadas as perdas ou ganhos líquidos de impactos. Sobre este conceito, Milaré (2001) considera que os efeitos negativos provenientes de processos produtivos, que geram lucro para o empreendedor, mas impõem um dano ecológico aos ambientes naturais e à sociedade, devem ser de alguma forma compensados.

A legislação brasileira preconiza que a compensação ambiental deve se dar na forma de pagamento financeiro para o Estado, que o aplicará em unidades de conservação, preferencialmente naquelas diretamente impactadas. Cabe ao Ibama coordenar o processo de análise dos impactos ambientais significativos, além de estabelecer os valores da compensação ambiental para empreendimentos que se enquadrem nas competências de tal órgão federal. A metodologia adotada para o cálculo é estabelecida pelo Decreto Federal nº 6.848/2009 (BRASIL, 2009), apresentando a seguinte fórmula:

$$CA = VR \times GI$$

- CA = Valor da Compensação Ambiental;
- VR = Valor de Referência. Representa o somatório dos investimentos necessários para implantação do empreendimento, declarados pelo próprio empreendedor;
- GI = Grau de Impacto nos ecossistemas, podendo atingir valores de 0 a 0,5%.

Para o cálculo do GI, a seguinte fórmula é adotada:

$$GI = ISB + CAP + IUC$$

- ISB = Impacto sobre a Biodiversidade
- CAP = Comprometimento de Área Prioritária
- IUC = Influência em Unidades de Conservação

Todas as variáveis apresentam parâmetros (no caso do ISB, seu valor será calculado a partir dos parâmetros: IM = Índice Magnitude, IB = Índice Biodiversidade, IA = Índice Abrangência, e IT = Índice Temporalidade). Para cada parâmetro é considerada uma pontuação em forma de percentual, que será somada para se chegar ao valor final do GI.

Os cálculos dos valores do Grau de Impacto e da compensação ambiental são realizados pelo setor especializado do órgão ambiental e aprovados na Câmara Federal de Compensação Ambiental – CFCA, que possui ainda caráter supervisor, orientando o cumprimento da legislação referente à compensação do licenciamento ambiental federal. Já o Comitê de Compensação Ambiental Federal – CCAF é o órgão colegiado criado no âmbito do Ibama, instituído pela Portaria Conjunta nº 225/2011, para destinação dos recursos às unidades de conservação. A partir desse momento, alguns estados estabeleceram metodologias próprias para o cálculo dos valores do GI e da CA, desenvolvendo parâmetros específicos para determinar os pesos das variáveis principais do cálculo final.

O Decreto Federal 4.340/2002 supramencionado definiu quais deverão ser as prioridades no gasto do recurso recebido pelas unidades de conservação: regularização fundiária e demarcação das terras; elaboração, revisão ou implantação de plano de manejo; aquisição de bens e serviços necessários à implantação, gestão, monitoramento e proteção da unidade, compreendendo sua área de amortecimento; desenvolvimento de estudos necessários à criação de nova unidade de conservação; desenvolvimento de pesquisas necessárias para o manejo da unidade de conservação e área de amortecimento (BRASIL, 2002).

Para Bechara (2007), “é certo concluir que, diferentemente dos impostos gerais, a receita da compensação ambiental tem aplicação vinculada e, além disso, não deve ser arrecadada pelo poder público. Este apenas determina e conduz a sua aplicação”. Essas preferências de uso do recurso financeiro não são da mesma natureza (in-kind) dos impactos residuais dos projetos sujeitos a licenciamento ambiental. Essa abordagem de cálculo foi criticada por Villarroya *et al.* (2014), que afirmaram que a política brasileira de compensação ambiental ainda está em estágio embrionário em relação ao tratamento das equivalências dos impactos com os benefícios dos pagamentos financeiros aprovados.



Um desafio importante consiste na integração dos diversos instrumentos regulatórios, políticas públicas e novas oportunidades e mecanismos de incentivo para a proteção e restauração florestal de biomas extremamente ameaçados como a Mata Atlântica (TABARELLI, 2005). Em países como a Austrália, os mecanismos de compensação aprovados pelos governos estaduais incluem investimentos em capacitação e pesquisa. Os efeitos de tais investimentos não são mensuráveis como resultados de ganho direto para a biodiversidade, no entanto, promovem a educação, formação e investigação (ICMM, 2012).

4 AS METODOLOGIAS ESTADUAIS DE CÁLCULO DA COMPENSAÇÃO AMBIENTAL

AMAZONAS

No estado do Amazonas, o Sistema Estadual de Unidades de Conservação (Seuc) foi criado em 2007 por meio da Lei Complementar 53/2007, com o objetivo de estabelecer “critérios e normas para a criação, implantação e gestão das Unidades de Conservação, bem como das infrações cometidas em seu âmbito e as respectivas penalidades” (AMAZONAS, 2007). O sistema de compensação ambiental nesse estado está estruturado da seguinte forma: a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SDS) possui em sua subordinação a Secretaria-Executiva Adjunta de Compensações e Serviços Ambientais (Seaca). Instituiu-se em 2010, vinculada a esta, um Órgão Deliberativo exclusivo para o tema, a Câmara Estadual de Compensação Ambiental (Ceca), responsável por estabelecer regras e diretrizes para o funcionamento da compensação, fixação de valores, cobrança, destinação e aplicação dos recursos da compensação ambiental. Um documento publicado pela TNC (2013b) afirma que o recurso de compensação ambiental no estado do Amazonas é considerado orçamentário. Isso significa que os valores são depositados em conta específica para que o Estado execute os investimentos nas unidades de conservação.

Não há legislação estadual específica para a definição da metodologia de cálculo de compensação ambiental no estado do Amazonas. Durante um Workshop sobre compensações ambientais no Brasil, realizado em Manaus em 2012, a secretária de Meio Ambiente do estado afirmou que as compensações ambientais aprovadas são implementadas a partir de Termo de Compromisso, e os valores aprovados correspondem a 0,5% dos valores investidos pelos empreendedores (TNC, 2013a). Conforme legislação estadual vigente, os investimentos realizados pelo empreendedor na melhoria da qualidade ambiental e mitigação dos impactos causados pelo empreendimento, exigidos pela legislação ambiental, são considerados para a determinação dos custos totais do empreendimento, sendo esta uma variável do cálculo da compensação ambiental. Ressalta-se que para a determinação do Valor de Referência – VR em outros estados, como Minas Gerais e Paraná (nome dessa variável em outros estados e na metodologia de cálculo federal), os valores investidos nessas ações não são considerados.

BAHIA

O governo da Bahia aprovou em 2006, por meio da Lei nº 10.431, o Plano Estadual de Meio Ambiente (Pema), que apresenta disposições para a preservação de ambientes naturais, a biodiversidade, entre outros assuntos. Para sua regulamentação, implementaram os Decretos Federais nº 11.235/2008 e 12.353/2010. A Lei Federal nº 12.377/2011 alterou o Pema.

O Decreto 11.235/2008 criou a Câmara de Compensação Ambiental, com a função de analisar os valores da compensação ambiental de empreendimentos licenciados no estado da Bahia, bem como determinar a aplicação destes nas unidades de conservação inseridas no estado. Destaca-se o artigo 217, que determina que a Câmara de Compensação Ambiental apresente anualmente ao Conselho Estadual de Meio Ambiente – Cepram, relatório sobre a aplicação dos recursos da compensação ambiental, bem como das “ações desenvolvidas e resultados alcançados nas unidades de conservação contempladas” (BAHIA, 2008).

O artigo 59 § 1º da Lei 12.377/2011 aprova a destinação, por parte do empreendedor, de até 0,5% (meio por cento) do custo previsto para a implantação do empreendimento, para cumprimento da condicionante da compensação ambiental financeira. O órgão executor da Política Estadual de Meio Ambiente é responsável por determinar a aplicação dos recursos da compensação ambiental, destinados a apoiar a criação, implantação e gestão de unidades de conservação. Os recursos podem ser aplicados diretamente pelo empreendedor somente nos casos em que houver solicitação por parte deste, caso contrário, deverá o empreendedor fazer o devido repasse para compensação ambiental (BAHIA, 2011).

Até o momento, não foram aprovadas legislações estaduais que determinem a metodologia para o cálculo da compensação. Portanto, o Decreto de 2011 determina que até que a metodologia prevista esteja concluída, “o valor da compensação ambiental será calculado com base nos critérios estabelecidos no Capítulo VIII, do Decreto Federal nº 4.340/2002, e Decreto Federal nº 6.848/2009.”

MATO GROSSO DO SUL

O sistema de compensação ambiental no estado do Mato Grosso do Sul se consolidou a partir da Lei Estadual nº 3.709/2009 (MATO GROSSO DO SUL, 2009) regulamentada pelos Decretos 12.909/2009 e 13.006/2010 (MATO GROSSO DO SUL, 2010). De acordo com essa legislação, cabe ao Instituto de Meio Ambiente do Mato Grosso do Sul (Imasul) estabelecer e aplicar o valor da compensação ambiental.

Para o estabelecimento do valor da compensação ambiental, as variáveis utilizadas são as mesmas estabelecidas pelo Decreto Federal 6.848/2009 e aquelas adotadas no estado de Minas Gerais, apenas alterando sua ordem: $CA = GI \times VR$. Apesar da semelhança, a metodologia estabelecida para obter o GI considera outros indicadores diferentes dos adotados pela União e ente federado destacado acima. O artigo 1º afirma que os indicadores ambientais são “parâmetros quantificáveis da amplitude dos impactos negativos não mitigáveis de um empreendimento, definidos em pontos percentuais, que integram os componentes considerados para o estabelecimento do Grau de Impacto” (MATO GROSSO DO SUL, 2009). Os indicadores estão divididos entre os seguintes componentes: localização, fatores ambientais, fatores socioculturais e econômicos e a natureza dos impactos.

Os indicadores ambientais de cada componente são constituídos por valores apresentados no anexo I do Decreto. A soma dos pontos de cada componente representará o valor do Grau de Impacto (GI), que equivale à porcentagem da Compensação Ambiental (CA) do empreendimento avaliado. Percebe-se nesse ponto semelhanças metodológicas de cálculo entre o sistema adotado no Mato Grosso do Sul e no estado do Paraná. Além do número de componentes e a nomenclatura adotada em cada um deles, nos dois estados o valor do Grau de Impacto é equivalente a um percentual da CA. Portanto, a fórmula para o cálculo do GI é a seguinte: $GI = \sum (A, B, C, D) = \% CA$.



Esse percentual é ainda multiplicado pelo Valor de Referência declarado pelo empreendedor. Diferentemente do que acontece em outros estados, não é determinado um valor máximo ou mínimo para o Grau de Impacto. Tem-se para esse momento do cálculo a fórmula: $VCA = VR \times CA$.

O recurso da compensação ambiental é considerado orçamentário, recebido e administrado pelo Poder Executivo estadual. Também existe a possibilidade da execução dos recursos ser feita diretamente pelo empreendedor (TNC, 2013b). Outro ponto de destaque na legislação se apresenta na redação dada pelo Decreto Estadual 13.006/2010, alterando o § 3º artigo 9º do Decreto de 2009. Trata-se da possibilidade do empreendedor, durante a fase de Licença de Instalação, fornecer, além do Valor de Referência relativo ao empreendimento ou à atividade, a sua proposta de percentual de compensação ambiental “definido com base na Matriz de Valoração do Grau de Impacto” (MATO GROSSO DO SUL, 2010). Essa é uma possibilidade não identificada em nenhum dos estados analisados. Nestes, quem calcula o valor da compensação é o órgão ambiental, tendo o empreendedor apenas o direito de questionar os cálculos durante a deliberação realizada pelas Câmaras de Compensação Ambiental.

PARANÁ

A autarquia responsável por administrar os recursos financeiros gerados a partir da compensação ambiental é o Instituto Ambiental do Paraná (IAP). A compensação ambiental financeira é exigida durante processo de licenciamento ambiental, e a análise de todos os dados disponíveis que forem necessários à execução da metodologia dos cálculos da compensação é feita por grupo de trabalho específico da Câmara Técnica de Compensação Ambiental (CTCA). Sem o estabelecimento desses valores, o processo de licenciamento ambiental não prossegue. Os valores a serem repassados pelos empreendedores são recolhidos pelo IAP por meio de contas específicas para cada compensação ambiental, abertas estritas para o recebimento dos recursos gerados com a composição de determinado empreendimento ou atividade (PARANÁ, 2010). Cabe à Diretoria de Biodiversidade e Áreas Protegidas – Dibap, por meio do Departamento de Unidades de Conservação – DUC, manter rígido controle da utilização dos recursos conforme os Planos de Aplicação aprovados.

A Resolução Conjunta Sema/IAP Nº 001/2010 apresenta a metodologia para a gradação da compensação ambiental no estado do Paraná, estabelecendo critérios de valoração da compensação bem como os procedimentos para a sua aplicação. Como se pretende demonstrar a seguir, a metodologia adotada no Paraná se mostra mais ampla, pois considera cinco componentes (localização, o porte, fatores ambientais, fatores socioculturais e econômicos e as matrizes de impactos) para valoração do Grau de Impacto.

Cada um dos cinco componentes analisados apresentam indicadores de análise, subcritérios que são considerados, mensurados por uma escala de 1 a 5. Ressalta-se como aspecto positivo dessa metodologia, a adoção de um componente sociocultural e econômico como relevante para chegar ao GI. A soma dos pesos, de cada componente e de seus indicadores, é dividida pelo número de componentes. O número obtido (média aritmética) é o Grau de Impacto a ser valorado. Segundo a legislação específica (PARANÁ, 2010), alguns empreendimentos terão seu quadro configurado de acordo com a sua especificidade. A Compensação Ambiental – CA é obtida a partir do produto entre o GI e de tetos percentuais que vão de 0,1% (mínimo) e 0,5% (máximo).

Observa-se que o critério adotado para a aplicação dos tetos percentuais não é demonstrado claramente na referida resolução. Nesse ponto, não se chega ao valor da compensação. É necessário ainda considerar o Valor de Referência – VR declarado pelo empreendedor, aqui chamado

de Custo Total – CT para a implantação do empreendimento. Portanto, a fórmula para obtenção do Valor da Compensação Ambiental (VCA) é: $VCA = CT \times CA$.

RIO DE JANEIRO

Instituída pela Resolução Semadur nº 078/2004, e posteriormente modificada pelas Resoluções SEA 08, 25, 101 e 377, a Câmara de Compensação Ambiental do Estado do Rio de Janeiro (CCA/RJ) é o órgão colegiado cuja principal atribuição é definir a aplicação dos recursos oriundos da compensação ambiental, devida por empreendimentos de significativo impacto ambiental, decorrentes dos processos de licenciamento estadual (INEA, 2014). Assim como acontece no estado do Paraná, a compensação financeira é determinada enquanto condicionante do processo de licenciamento ambiental. Importante destacar que no momento da emissão da Licença de Instalação do empreendimento, o empreendedor deve assinar um Termo de Compromisso com a Secretaria Estadual de Meio Ambiente (SEA) e o Instituto Estadual de Ambiente (Inea). Nesse documento é fixado o montante da compensação ambiental, bem como o cronograma de desembolso e a forma de execução da obrigação. Existem três possibilidades de execução dos valores calculados: 1) Execução direta pelo próprio empreendedor; 2) Execução indireta por meio de instituição por ele escolhida e contratada; e 3) Execução indireta por meio do Fundo da Mata Atlântica (FMA), que é um mecanismo operacional e financeiro implementado pela SEA conforme previsto no artigo 3º da Lei Estadual nº 6.572/2013 (RIO DE JANEIRO, 2013).

Atualmente, o Fundo Brasileiro para a Biodiversidade (Funbio) é responsável pelo controle do FMA. O Funbio administra fontes diversas de recursos para projetos privados ou públicos, nacionais ou internacionais, fruto de doações ou obrigações legais. Um desses projetos, o Áreas Protegidas da Amazônia – Arpa, desenvolvido em parceria pelo Funbio com o Ministério do Meio Ambiente para receber recursos de doações internacionais, acabou se tornando inspiração para o FMA do Rio de Janeiro, inicialmente chamado também de “Arpa da Mata Atlântica”, com as adaptações necessárias à realidade desse estado (ARPA, 2014).

No estado do Rio de Janeiro, a metodologia de cálculo da compensação ambiental foi instituída pela Deliberação Ceca 4.888 de 2007. A fórmula geral definida para calcular a compensação ambiental é: $CA = C_{max} \times GI \times MA$. Cabe esclarecer o significado de: C_{max} – compensação ambiental máxima, GI – Grau de Impacto e MA – Fator de Vulnerabilidade da Mata Atlântica.

O valor do GI, por sua vez, é estabelecido a partir de outra fórmula, composta por indicadores ambientais:

$$GI = \frac{(IM \times IB \times IT)}{67.5} + \frac{(IM \times ICB \times IT)}{67.5} + IUC$$

Onde:

- IM – Indicador de Magnitude: índice indicador que varia de 1 a 3 (sendo 1 pequena, 2 média e 3 grande), avaliando a relevância dos impactos significativos, negativos e não mitigáveis em relação ao comprometimento dos recursos ambientais;
- IB – Indicador de Biodiversidade: varia de 1 a 3 (sendo 1 inexistência de impacto sobre a biodiversidade, 2 incidência de impactos e 3 incidência de impacto em áreas de ocorrência) avaliando a incidência de impactos significativos, negativos e não mitigáveis sobre a biodiversidade;

- ICB – Indicador de Comprometimento de Bioma: varia de 1 a 3, avaliando o comprometimento sobre a regeneração ou recuperação do bioma impactado pela implantação do empreendimento;
- IT – Indicador de Temporalidade: varia de 1 a 3, avaliando a persistência de impactos significativos, negativos e não mitigáveis sobre os recursos ambientais; e
- IUC – Indicador de Influência sobre Unidades de Conservação: varia de 0 a 0,2, avaliando a ocorrência de impactos significativos, negativos e não mitigáveis sobre unidades de conservação.

Além do impacto ambiental previsto, foi introduzido, para o cálculo do percentual, o Fator de Vulnerabilidade da Mata Atlântica (MA), proporcional ao índice de perda da cobertura original da Mata Atlântica no estado do Rio de Janeiro (β). O fator é relevante justamente para induzir a recuperação desse bioma no estado. Considera-se ainda o chamado Índice de Comprometimento da Biodiversidade (ICB). A fórmula definida para esse cálculo é a seguinte:

$$\alpha MA = \frac{1 + (ICB - 1)\beta}{2}$$

O artigo 2º da referida Deliberação determina que a compensação financeira a ser exigida dos empreendimentos de significativo impacto ambiental tenha percentual mínimo de 0,5% dos custos totais previstos para sua implantação. No entanto, o artigo 3º apresenta informações indicando a existência de um teto máximo estabelecido de 1,1% do valor do empreendimento, “não havendo limite mínimo”, conforme decisão do Supremo Tribunal Federal.

Pode-se constatar que os estados da Bahia e do Amazonas, até o momento, não aprovaram leis que regulamentem as metodologias de cálculo para a compensação ambiental. Adotam, portanto, o percentual máximo de 0,5% do Valor de Referência para determinar os valores a serem repassados pelos empreendedores aos estados.

As metodologias do Mato Grosso do Sul e Paraná apresentam fórmulas de cálculo para o Grau de Impacto similares, inclusive utilizando indicadores de nomenclaturas parecidas.

O Rio de Janeiro é o único estado no qual existe a atuação de uma Oscip – Fundo Mata Atlântica no gerenciamento e aplicação dos recursos financeiros arrecadados pela compensação. Este se caracteriza como um dos pontos mais importantes desse sistema estadual.

As análises revelaram que três estados (MS, PR e RJ) avançaram no desenvolvimento metodológico do cálculo da compensação ambiental, enquanto dois estados (BA e AM) ainda utilizam a metodologia federal. O Quadro 2 abaixo apresenta uma síntese dos principais atributos das políticas e das metodologias de cálculo e implementação da compensação ambiental nos estados pesquisados.

Quadro 2 – Principais atributos das metodologias da compensação ambiental nos estados pesquisados

UF	Bases legais	Equação geral de cálculo	Fórmula do Grau de Impacto (GI) da equação geral	Indicadores Socioambientais utilizados no cálculo do GI	Classificação contábil da receita gerada
AM	Artigos 53 e 54 da Lei Complementar Estadual n.º 53/2007.	Adota-se metodologia do Decreto Federal 6.848/2009 (CA = VR * GI)	Metodologia em fase de elaboração. Atualmente adota-se GI = 0,5% para todos os empreendimentos.	Mesmos adotados pelo Sistema Federal.	Orçamentária. Recursos contingenciáveis no cofre do estado.
BA	Lei n.º 12.377/2011.	Adota-se metodologia do Decreto Federal 6.848/2009 (CA = VR * GI)	Metodologia em fase de elaboração. Atualmente adota-se GI = 0,5% para todos os empreendimentos.	Mesmos adotados pelo Sistema Federal.	Orçamentária e extraorçamentária. O empreendedor pode executar a compensação diretamente na UC ou destinar ao Estado.
MS	Lei Estadual n.º 3.709/2009, Decretos n.º 12.909/2009 e 13.006/2010.	CA = GI * VR	$GI = \sum \text{componentes} = \%CA$ Cada categoria de empreendimento terá seu quadro configurado de acordo com a sua especificidade.	Localização, fatores ambientais, fatores socioculturais e econômicos e natureza dos impactos.	Orçamentária e extraorçamentária. Recurso contingenciável em contas separadas para cada empreendimento, mas empreendedor pode executar diretamente.
PR	Resolução Conjunta Sema/IAP N.º 001/2010.	VCA = CT * CA CA = GI * (0,1-0,5%)	$GI = \sum \text{componentes} / 5$	Localização, porte, fatores ambientais, fatores socioculturais e econômicos e matriz de impactos	Orçamentária. Recurso contingenciável em contas separadas para cada empreendimento.
RJ	Resolução n.º 078/2004. Deliberação Ceca n.º 4.888/2007 Lei Estadual n.º 6.572/2013.	CA = CA _{max} * GI * MA	$GI = (IM * IB * IT) / 67.5 + (IM * IB * IT) / 67.5 + IUC$	IM, IB, ICB, IT, IUC e Fator de Vulnerabilidade da Mata Atlântica, $\alpha MA = 1 + (ICB - 1) / 2$	Extraorçamentária (e eventualmente orçamentária). Recurso não contingenciável.

Legenda: CA – Compensação Ambiental; VCA – Valor de Compensação Ambiental; GI – Grau de Impacto; VR – Valor de Referência; IM – Indicadores de Magnitude; IB – Indicadores de Biodiversidade; ICB – Indicadores de Comprometimento de Biodiversidade; IT – Indicadores de Temporalidade; IUC – Indicador de Influência sobre Unidade de Conservação.

Conforme observado no Quadro 2, as novidades metodológicas identificadas se deram sobretudo em relação aos indicadores/fatores considerados na determinação do Grau de Impacto do empreendimento licenciado, bem como em relação ao tratamento contábil da receita gerada. Os estados de RJ, PR e MS possuem metodologias específicas de cálculo de compensação ambiental e Grau de Impacto. Cada um desses estados apresenta componentes e parâmetros específicos para o cálculo de GI. Na maioria dos estados, o recurso da compensação ambiental é considerado orçamentário, sendo alocado em contas do estado, ou contas separadas para cada empreendimento e administradas pelo estado, conforme procedimento no PR e MS. Nos estados da BA e MS, o recurso pode ainda ser extraorçamentário, uma vez que o empreendedor

pode executar a compensação diretamente na UC ou destinar ao Estado. No RJ, o recurso é essencialmente extraorçamentário, já que é administrado por terceiros.

5 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo desta pesquisa foi analisar as principais metodologias de cálculo da compensação ambiental utilizadas nos estados do Amazonas, Bahia, Mato Grosso do Sul, Paraná e Rio de Janeiro, de modo a entender em que medida elas estavam contribuindo para melhorias na criação e manutenção das unidades de conservação. Foi identificado que as abordagens estaduais refletem a abordagem federal, pois ambas consideram o percentual do Grau de Impacto e o Valor de Referência como variáveis de cálculo da compensação ambiental. As metodologias estaduais, todavia, especificam mais detalhadamente os componentes que devem ser considerados na análise dos impactos, sendo, potencialmente, mais precisas no sentido de identificar impactos significativos. Nenhuma das metodologias parece ser capaz de identificar impactos mitigáveis e recuperáveis, levando a um cálculo de compensação que conflita com os modelos de matriz de avaliação de impacto utilizados no licenciamento ambiental.

Os reais efeitos ambientais das metodologias estaduais de cálculo são difíceis de avaliar, tendo em vista que os recursos da compensação ainda estão sendo recolhidos e aplicados pelos estados, empreendedores e demais organizações envolvidas. Serão necessários anos de monitoramento para entender se aquelas metodologias estão efetivamente traduzindo-se em melhorias socioambientais nas unidades de conservação. Todavia, é razoável argumentar que os estados que já apresentam metodologias de cálculo detalhadas para a determinação do GI dão mais transparência aos valores arrecadados e, nesse sentido, podem facilitar o planejamento orçamentário e reduzir a insegurança jurídica dos empreendedores. Esse detalhamento do GI também auxilia na determinação de valores que estejam mais claramente relacionados com os reais impactos dos empreendimentos. Também é razoável argumentar que o sistema de compensação ambiental do Rio de Janeiro, por tratar os recursos financeiros de compensação ambiental prioritariamente como extraorçamentários, está minimizando o problema do contingenciamento orçamentário, que, conforme apontado em um recente estudo (TNC, 2014), tem tornado excessivamente morosa a utilização dos recursos financeiros da compensação ambiental em unidades de conservação.

Observou-se ainda que as metodologias de cálculo marginalizam a importância da determinação do Valor de Referência (VR) do empreendimento. Em todos os casos aqui analisados, os VRs são fornecidos pelo empreendedor em um determinado momento do processo de licenciamento, que pode durar meses ou até mesmo anos, levando à necessidade de atualizações contábeis. Além disso, os projetos licenciados podem ter alterações ao longo da sua implementação, acarretando em alterações nos investimentos previstos. Obviamente, tais alterações podem afetar diretamente os valores a serem repassados para as unidades de conservação.

De maneira geral, as metodologias de cálculo utilizadas nos estados pesquisados refletem uma abordagem largamente arbitrária de determinação dos valores de compensação ambiental. Essa arbitrariedade está refletida nos indicadores e nos percentuais de multiplicação utilizados nas fórmulas (e.g. 0, 0,5%), que não são justificáveis com base na mensuração dos impactos evitáveis, mitigáveis e recuperáveis dos empreendimentos. Ou seja, os valores resultantes de compensação ambiental podem resultar em ações de compensação ambiental que sejam ou subestimadas ou superestimadas. A eliminação dessa arbitrariedade, todavia, demandaria metodologias de avaliação de impacto ambiental bem mais sofisticadas que as utilizadas pelos empreendedores em seus EIA/Rimas e pelo estado em suas fórmulas de compensação ambiental.

O argumento de Geluda e Young (2004) de que ainda não foi desenvolvida uma metodologia tecnicamente consistente e teoricamente embasada para lidar com a compensação ambiental deverá manter-se válido no curto e médio prazo. A compensação ambiental, apesar de legítima no Brasil, ainda está em um estágio embrionário de operacionalização técnica. Espera-se que este estudo tenha mostrado a relevância de se continuar pesquisando o tema.

REFERÊNCIAS

AMAZONAS. Lei Complementar nº 53/2007. Disponível em: <http://www.gcftaskforce.org/documents/training/2014/brazil1/brazil_38.pdf>. Acesso em: 09 jul. 2015.

ARPA – Programa Áreas Protegidas da Amazônia. **O maior programa de conservação de florestas tropicais do planeta**. Disponível em: <<http://programaarpa.gov.br/categoria-home/fatos-sobre-o-arpa/>>. Acesso em: 17 nov. 2014.

BAHIA. **Decreto Estadual nº 11.235/2008**. Salvador, BA, 2008.

_____. **Lei Estadual nº 12.377/2011**. Salvador, BA, 2011.

BBOP – Business and Biodiversity Offsets Programme. **The Relationship between Biodiversity Offsets and Impact Assessment: A BBOP Resource Paper**. Washington, D.C.: BBOP, 2009.

_____. **Biodiversity Offset Design Handbook**. Washington, D.C.: BBOP, 2009a.

BECHARA, E. **Uma contribuição ao aprimoramento do Instituto da Compensação Ambiental previsto na Lei 9.985/2000**. Tese (Doutorado). São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2007. 353 p.

BRASIL. **Lei Federal nº 9.985/2000**. Brasília, DF, 2000.

_____. **Decreto Federal nº 4.340/2002**. Brasília, DF, 2002.

_____. **Decreto Federal nº 6.848/2009**. Brasília, DF, 2009.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Pilares para a Sustentabilidade Financeira do Sistema Nacional de Unidades de Conservação – 2ª Edição Atualizada e Ampliada**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente (MMA), 2009.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Cadastro Nacional de Unidades de Conservação**. Brasília, DF, 2015. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/areas-protegidas/cadastro-nacional-de-u-cs>>. Acesso em: 28 mai. 2015.

DOMINGUES, J. M. **O Supremo Tribunal e a compensação Snuc**. A adi 3.378-6. São Paulo: Revista Direito GV, 2009. p. 125-146.

FARIA, I. D. **Compensação Ambiental: os fundamentos e as normas; a gestão e os conflitos**. Brasília: Consultoria Legislativa do Senado Federal, 2008.

FREITAS, A.; CAMPHORA, A. L. **Contribuição dos Estados Brasileiros para a conservação da biodiversidade: Rio de Janeiro, Minas Gerais, Espírito Santo, Paraná e Rio Grande do Sul**. Brasília: The Nature Conservancy (TNC), 2009.

GARDNER, T. A. *et al.* Biodiversity Offsets and the Challenge of Achieving No Net Loss. **Conservation Biology**, v. 27, n. 6, p. 1254-1264, 2013.



GELUDA, L.; YOUNG, C. E. F. Financiando o Éden: potencial econômico e limitações da compensação ambiental prevista na Lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. **Anais do IV Congresso Brasileiro de Conservação**. Curitiba: Fundação O Boticário para a Proteção da Natureza, 2004.

GOLDENBERG, M. **A arte de pesquisar: como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais**. 8. ed. – Rio de Janeiro: Record, 2004.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Informações sobre os estados brasileiros**. IBGE, 2015. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/>>. Acesso em: 20 mai. 2015.

ICMM IUCN (2012) **Independent report on biodiversity offsets. South Africa: The Biodiversity Consultancy (TBC)**, 2012. Disponível em: <www.icmm.com/biodiversity-offsets>. Acesso em: 21 jun. 2014.

INEA – INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. **CCA – Câmara de Compensação Ambiental**. Governo do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: 2014. Disponível em: <<http://www.rj.gov.br/web/sea/exibeconteudo?article-id=230788>>. Acesso em: 06 set. 2014.

MATO GROSSO DO SUL. **Decreto Estadual nº 12.909/2009**. Campo Grande, MS: 2009.

_____. **Decreto Estadual nº 13.006/2010**. Campo Grande, MS: 2010.

MCKENNEY, B. A.; KIESECKER, J. M. Policy Development for Biodiversity Offsets: A Review of Offset Frameworks. **Environmental Management**, v. 45, n. 1, p. 165-176, 2010.

MEDEIROS, R.; YOUNG, C. E. F. 2011. **Contribuição das unidades de conservação brasileiras para a economia nacional: relatório final**. Brasília: UNEP-WCMC, 120 p.

MITTERMEIER, R. A. *et al.* A brief history of biodiversity conservation in Brazil. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 601-607, 2005.

MILARÉ, E. Direito do Ambiente. São Paulo: 2. ed., **Revista dos Tribunais**, 2001, p. 445.

PARANÁ. **Resolução Conjunta Sema/IAP nº 001/2010**. Paraná, PR, 2010.

RIO DE JANEIRO. **Deliberação Ceca/CN nº 4.888**. Rio de Janeiro, RJ, 2007.

_____. **Lei Estadual nº 6.572/2013**. Rio de Janeiro, RJ, 2013.

RYLANDS, A. B.; BRANDON, K. Brazilian Protected Areas. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 612-618, 2005.

SONTER, L. J.; BARRETT, D. J.; SOARES-FILHO, B. S. Offsetting the impacts of mining to achieve no net loss of native vegetation. **Conservation Biology**, v. 28, n. 4, p. 1068-1076, 2014.

TABARELLI, M. *et al.* Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, 2005.

TNC – The Nature Conservancy. **Relatoria do Workshop: estado da arte da compensação ambiental nos estados brasileiros**. Brasília: The Nature Conservancy, 2013a.

_____. **Sumário Executivo: estado da arte da compensação ambiental nos estados brasileiros**. Brasília: The Nature Conservancy, 2013b.

_____. **Compensação Ambiental em Números: análise do perfil de uso dos recursos da compensação ambiental federal em unidades de conservação.** Brasília: The Nature Conservancy (TNC), 2014.

UNEP – United Nations Environment Programme; International Association for Impact Assessment. Biodiversity offsets. UNEP, 2002. Disponível em: <http://www.unep.ch/etu/publications/EIA_2ed/EIA_E_top7_body.PDF>. <http://www.unepfi.org/fileadmin/documents/biodiversity_offsets.pdf>. Acesso em: 25 mai. 2015.

VERÍSSIMO, A. *et al.* **Áreas Protegidas na Amazônia Brasileira: avanços e desafios.** Belém: IMAZON/ISA, 2011.

VILLARROYA, A.; BARROS, A. C.; KIESECKER, J. Policy Development for Environmental Licensing and Biodiversity Offsets in Latin America. **PLOS ONE.** v. 9, n. 9, 2014.



Utilização do Conhecimento no Desenvolvimento Econômico: análise de empresas de tecnologia da informação com foco na economia sustentável

Use of Knowledge in Economic Development: An Analysis of Information Technology Companies with a Focus on Sustainable Economy

Robson da Silva Teixeira*

Rodrigo Otávio Lopes de Souza**

*Mestre em Desenvolvimento Local, Centro Universitário Augusto Motta, Unisuam, Rio de Janeiro-RJ, Brasil.
End. Eletrônico: teixeira@if.ufrj.br

**Pós-Doutor em Engenharia pelo Institut de recherches sur la catalyse et l'environnement de Lyon, França.
End. Eletrônico: digootavio@gmail.com

doi:10.18472/SustDeb.v7n1.2016.16190

Recebido em 09.09.2015

Aceito em 29.01.2016

ARTIGO - VARIA

RESUMO

O presente artigo discute o modo como o conhecimento é utilizado no desenvolvimento econômico sustentável. A pesquisa foi elaborada a partir do mapeamento de cinco empresas que trabalham com tecnologia da informação, com o intuito de analisar qualitativamente a relevância dessas empresas no cenário econômico do País e como elas lidam com o produto “conhecimento”. Os resultados evidenciaram que há investimentos na qualificação das equipes de trabalho e na gestão da qualidade dos produtos e serviços por parte de todas as empresas estudadas. Por fim, concluiu-se que há muito espaço para a tecnologia da informação crescer no Brasil, basta investir, principalmente, em inovação.

Palavras-chave: Conhecimento. Tecnologia da Informação. Inovação. Desenvolvimento Sustentável.

ABSTRACT

We discuss the use of knowledge in sustainable economic development. The survey was drawn from the mapping of five companies that work with information technologies. The goal was to analyze qualitatively the relevance of these enterprises in the economic scenario of each country of origin and the way they deal with “knowledge” as a product. Results showed that all companies studied made investments in the qualification of their work teams and in the management of the quality of products and services. We conclude that there is still much room for the growth of information technology in Brazil, mainly through investments in innovation strategies.

Keywords: Knowledge. Information Technologies. Innovation. Knowledge Economy. Sustainable Development.

1 INTRODUÇÃO

O presente artigo pretende discutir o modo como o conhecimento é utilizado no desenvolvimento econômico. Percebe-se que a transformação da sociedade passa, obrigatoriamente, pela relação estratégica entre informação e o conhecimento que se caracteriza pelo desenvolvimento da ciência e da tecnologia, em prol da sociedade (ARRUDA, 2009). No passado, o valor do trabalho estava nas ações braçais, principalmente aquelas que envolviam a força bruta. Hoje, no entanto, a valorização está no conhecimento, na dita, sociedade da informação. Grandes mudanças e transformações econômicas, políticas e sociais têm sido evidenciadas nas últimas décadas em todo o planeta, com repercussões nas mais recônditas sociedades, gerando uma nova ordem mundial.

A base deste estudo está focada no desenvolvimento econômico sustentável a partir da geração de conhecimento dentro das empresas, por meio de diferentes ações, que podem levar ao chamado conhecimento verde que, segundo Sachs (2008, p. 118), “deve trabalhar em direção a uma estratégia de desenvolvimento que seja ambiental e economicamente sustentável”.

A partir do exposto, este estudo apresentará uma discussão sobre o modo como o conhecimento é utilizado no desenvolvimento econômico sustentável. Para tanto, foi realizado o mapeamento de cinco empresas que trabalham com tecnologia da informação ligada à sustentabilidade, com o intuito de analisar qualitativamente a sua importância para o desenvolvimento econômico sustentável do País e, por fim, identificar os principais desafios enfrentados pelo Brasil neste novo cenário.

2 A NOVA ECONOMIA: OPORTUNIDADES E AMEAÇAS AO DESENVOLVIMENTO

Para entender a forma como essa revolução vem se processando e suas implicações na vida das pessoas, das organizações e no conjunto da sociedade, é necessário entender que o processo de globalização econômica, potencializado pelas novas tecnologias de informação, embora não seja novo, tem características peculiares a esta nova época. E as empresas brasileiras são diretamente afetadas por essas mudanças, pois são obrigadas, para se manterem no mercado, a modificarem toda a sua forma de trabalho para se adequarem às novas exigências, principalmente no que tange à sustentabilidade e à utilização responsável dos recursos naturais. Dentro desse



escopo, a geração de conhecimento torna-se imperativa. O desafio, portanto, não pode ser direcionado apenas para as ações globais, é preciso um esforço conjunto que passa por todas as esferas da sociedade (ALBAGLI, 2009).

Webster (2014) relata que o conhecimento, segundo os teóricos da sociedade de informação, progressivamente influencia o trabalho de duas maneiras: a primeira pelo aumento do conteúdo de conhecimento do trabalho existente, no sentido de que a nova tecnologia adiciona mais do que retira da qualificação dos trabalhadores; a segunda, pela criação e expansão de novos tipos de trabalho no setor do conhecimento. Simultaneamente, o conhecimento não só determinou, em um grau sem precedentes, a inovação técnica e o crescimento econômico, mas está se tornando rapidamente a atividade-chave da economia e a principal determinante da mudança ocupacional. Nessa evolução, o trabalho e o capital, as variáveis básicas da sociedade industrial, foram substituídos pela informação e pelo conhecimento.

Sicsú (2009) ratifica essa afirmação quando diz que a forma brasileira de adesão ao mundo pós-industrial, entendendo-o como o das sociedades que se estruturam em torno do trabalho de produção e propagação da informação, tem que responder à demanda por produção e distribuição de informação de maneira “industrializada”. E é a tradicional fragilidade desse padrão de comportamento, sobretudo no âmbito institucional, que alimenta o mal-estar brasileiro em um mundo movido a partir de informações.

Dados publicados pela Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica – Pintec (2011) revelam que as empresas brasileiras investem muito pouco de sua receita líquida no custeio de pesquisa e desenvolvimento. Segundo a Pintec, as empresas despenderam 0,71% de sua receita líquida de vendas em pesquisa e desenvolvimento em 2011, fato preocupante já que são setores-chave para o sucesso de uma empresa que quer ter progresso em um mercado cada vez mais competitivo, tanto em nível nacional quanto internacional. O desafio maior das empresas brasileiras é, portanto, produzir e administrar o conhecimento e suas ferramentas de trabalho no sentido mais amplo, isto é, como usar conhecimento para gerar conhecimento e não mais como produzir e distribuir bens materiais.

Para Sant’anna (2014) a diversidade de mudanças é fruto da trindade: tecnologia, inovação e aprimoramento, os quais convergem para uma sociedade pós-moderna em (r)evolução, cujo produto mais competitivo é a informação, subsídio básico para sustentar a capacidade inovadora. Por outro lado, Cocco (2010) acredita que as redes são cada vez mais estudadas como um importante ambiente de inovação e uma instância de agenciamento de aprendizagem, evidenciando que, no mundo atual, para se tornar inovativo, o aprendizado e a interatividade precisam andar juntos.

Percebe-se que as empresas brasileiras trabalham pouco esse conceito de interatividade, que muito pode contribuir para o avanço na geração de conhecimento. Por outro lado, já existem no mercado algumas experiências bem-sucedidas de empresas brasileiras, que trabalham em conjunto com institutos de pesquisa, e essa experiência tem trazido bons resultados. Tem-se, por exemplo, a experiência da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) que, em parceria com a Universidade de Brasília (UnB), tem desenvolvido muitos projetos voltados para o meio rural (ANDRADE, 2004).

A institucionalização do status de recurso para a informação, que ocorre nesse contexto, transforma a informação em objeto passível de políticas econômicas e gerenciais, inclui-se, nesse caso, políticas econômicas e gerenciais voltadas para o desenvolvimento econômico sustentável. Empresas que investem no desenvolvimento econômico sustentável tendem a ter mais sucesso no mercado econômico, pois estão em harmonia com os anseios da população que, cada vez mais, está exigindo das empresas um uso responsável dos recursos naturais e uma preocupação com a sobrevivência da população atual e futura.

Baumgarten (2007) ressalta que um ponto importante na discussão sobre as novas políticas de desenvolvimento produtivo e inovativo é que investir no acesso a novas tecnologias e em sistemas de informação e comunicação avançados é importante, mas não basta. Para tanto, sinaliza-se a necessidade de apoio a empresas que tenham ênfase especial nas políticas de inovação, envolvendo a definição de programas de difusão de tecnologias da informação e de comunicação e programas de capacitação, pois à medida que o homem é o único dotado de um aparato cognitivo e, portanto, capaz de aprender e gerar conhecimentos, ele ganha centralidade no processo de valorização produtiva (COCCO, 2010, p. 25). Por isso é tão importante investir na mão de obra, para torná-la mais competitiva e preparada para lidar com as novas exigências do mercado.

Segundo Sirihal (2005), a inserção do Brasil na sociedade da informação segue caminho contrário e paradoxal ao dos países desenvolvidos, pois ao lado da fácil aceitação dos aparatos tecnológicos, há uma resistência silenciosa, mas tenaz, às práticas necessárias para produzir e organizar a informação. Para Carneiro (2007), o grande problema brasileiro é a valorização do aspecto exterior, no caso, os artefatos tecnológicos, em detrimento da visão do trabalho requerido para a construção e uso de cadeias de informação. Segundo Canela (2009), a lógica que impera no Brasil, em alguns casos, inverte posições e desloca a tecnologia de seu sentido final, isto é, o de ferramenta que tem por objetivo tratar e propagar informação.

Acredita-se que esse fato se deve ao baixo estágio de familiaridade com as tecnologias, de modo que essa transferência de objeto no Brasil é feita a duras penas (CARNEIRO, 2007). Canela (2009) afirma que a precariedade do ambiente de informação governamental afeta também a eficácia das políticas públicas, que não levam em conta os requisitos de informação necessários tanto para formulá-las quanto para sustentá-las em direção aos objetivos desejados.

Fazendo um comparativo com o presente estudo, poderia ser um incentivo ao desenvolvimento econômico sustentável a utilização do conhecimento para gerar tecnologias da informação voltadas para a geração de produtos com fins ao uso responsável dos recursos naturais. Portanto, investir no capital humano é fundamental, pois é por meio dele que o conhecimento é gerado e pode ser melhor utilizado para gerar novas tecnologias com foco na economia sustentável.

Por isso, é de suma importância o estudo de empresas voltadas para o desenvolvimento econômico sustentável a partir da criação de tecnologias da informação. A Nova Economia, caracterizada pelo aumento do comércio, novas tecnologias, investimento estrangeiro, oferece um enorme potencial para o desenvolvimento econômico sustentável.

3 CONTEXTUALIZAÇÃO DE TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO

Os temas e questões relacionados à tecnologia da informação marcaram profundamente o final do século XX, e permanecerão, segundo Wada (2011), em evidência nos próximos anos, aglutinados em torno de um fenômeno principal: o papel central da informação e do conhecimento no emergente padrão sócio-técnico-econômico, principalmente de empresas preocupadas com a questão da sustentabilidade.

Para Sant'anna (2014) um dos maiores pilares que favorece a consolidação dessas mudanças é o surgimento das novas tecnologias que proporcionam novos métodos de trabalho a serem adotados pelas diversas profissões e em todas as organizações da atualidade. Atualmente, percebem-se novas práticas de produção, comercialização e consumo de bens e serviços. Além disso, verifica-se a cooperação e competição entre os agentes, assim como de circulação e de



valorização do capital, a partir da maior intensidade no uso de informação e conhecimento nesses processos (BAUMGARTEN, 2007).

Sant'anna (2014) relata que a adesão a novas formas de produção, distribuição e consumo dos bens e serviços gerados pelas organizações sociais, bem como a sofisticação dos processos, advinda da evolução tecnológica, vem colocando os mais diferenciados atores, estruturas e organizações existentes no espaço coletivo a adentrarem-se em novos modelos predeterminados, seguindo novas tendências ocasionadas com as perpétuas inovações. A partir dessa constatação, surge então a seguinte indagação: as empresas brasileiras que têm foco na economia sustentável estão preparadas para essa nova Era do Conhecimento? As empresas estão desenvolvendo novos saberes e competências? Elas têm o apoio e incentivo dos órgãos públicos brasileiros que regulam e controlam esse mercado?

A Sociedade da Informação se insere nesse panorama competitivo, em que competitividade, globalização e tecnologias constituem a base triangular para aqueles que desejam manter-se reconhecidos no mercado competitivo (SANT'ANNA, 2014). Trata-se de um estágio revolucionário em que não há outra escolha: adequar-se para não ser marginalizado. Por isso, é fundamental que as empresas brasileiras acompanhem essa nova realidade. E dentro da economia sustentável, essas mudanças são ainda mais urgentes e desafiadoras, pois demandam novos pensamentos e ações.

4 INVESTIMENTO EM INOVAÇÃO

É cada vez mais importante o investimento em inovação, principalmente no contexto do desenvolvimento econômico sustentável. Para que o investimento em inovação seja uma realidade no mercado econômico brasileiro, é fundamental o apoio dos órgãos públicos brasileiros, que devem incentivar as empresas a investirem em inovação, pois é a partir dela que estas desenvolvem novos produtos, muitos deles sustentáveis. Em geral, a inovação é resultado do desvio de algo que, no processo, adquire novas características e formas, que consegue realizar coisas anteriormente não imaginadas. As inovações emergem quando acontecem fatos inesperados que colocam novos problemas e necessidades, abrindo novas possibilidades. Por mudanças no mercado que criam novas exigências, novas tecnologias, instrumentos e maneiras de fazer e produzir, que permitem novas soluções e também pela emergência de novas percepções, conhecimentos e novas formas de interagir que criam novas realidades.

Dentre as várias possibilidades de inovar, aquelas que se referem às inovações de produto ou de processo são conhecidas como inovações tecnológicas. Outros tipos de inovações podem se relacionar a novos mercados, novos modelos de negócios, novos processos e métodos organizacionais, ou até mesmo novas fontes de suprimentos, proporcionando um crescimento sustentável ao longo do tempo. As inovações são importantes porque permitem que as empresas acessem novos conhecimentos, novos mercados, aumentem suas receitas, realizem novas parcerias e aumentem o valor de suas marcas.

Sambiase-Lombardi e Brito (2007) discutem a ideia de que Desenvolvimento Sustentável (DS) pode ser fator de competitividade da firma por meio de dimensões determinadas pelos valores humanos, inovação e capital social, fundamentalmente. Competitividade da firma é vista como a capacidade desta em formular e implantar estratégias e concorrências, que lhe permitam ampliar ou conservar, de forma duradoura, uma posição sustentável no mercado, que só é possível diante de um ambiente natural e social sustentável (FERRAZ, KUPFER & HAGUENAUER, 1996).

O conceito de DS foi concebido em esfera macroambiental e, para que seja fator de competi-

vidade da firma, os autores apresentam uma proposta de transposição desse conceito para o nível da firma. A contribuição dessa proposição está em elaborar um nivelamento dos conceitos de DS e competitividade, chegando a um modelo para a realização de estudos empíricos em organizações.

Do ponto de vista organizacional, Schaltegger e Wagner (2008) já destacavam o crescimento de forma visível na gestão das empresas, por parte dos líderes, nas questões fundamentais do desenvolvimento sustentável. Para esses autores, com as inovações, empresários e gestores estão moldando os mercados e, conseqüentemente, a sociedade, proporcionando melhorias organizacionais, bem como técnicas que podem ser vendidas no mercado com muito sucesso, uma vez que as inovações exigem objetivos ambientais e sociais que podem ser bem-sucedidos em mercados com clientes tracionais.

Nesse sentido, atores e empresas podem ser chamados de “empreendedores sustentáveis”, pois, por meio de novos produtos, serviços, técnicas e formas organizacionais, podem reduzir consideravelmente os impactos ambientais e sociais, aumentando assim a qualidade de vida dos indivíduos.

Por fim, acredita-se que as empresas são o centro da inovação; é por meio delas que as tecnologias, invenções, produtos, enfim, ideias, chegam ao mercado. As empresas devem entender o que é inovação e qual a sua dinâmica. A partir daí elas podem definir uma estratégia em relação à inovação que deve estar alinhada com a estratégia geral da empresa e com a sua visão de futuro.

5 METODOLOGIA

Foram analisados os conteúdos dos sites na Internet de cinco empresas direcionadas à tecnologia da informação para o desenvolvimento econômico sustentável. Utilizou-se a pesquisa qualitativa, a partir da análise do site dessas empresas, investigando produtos tecnológicos, conhecimento e tecnologias que estão sendo desenvolvidas por essas empresas e qual o impacto para a economia do País. Foi analisada, também, a importância desse novo negócio para o Brasil.

Para dar conta dessas questões, foi utilizado o método de observação estruturada, pautada na análise do conteúdo do site, isto é, missão da empresa, objetivo, número de funcionários, faturamento, número de produtos direcionados à tecnologia da informação gerando desenvolvimento econômico sustentável, além da representatividade da empresa no cenário econômico brasileiro.

Utilizou-se como modelo de análise o perfil da apresentação das empresas nos espaços eletrônicos (site), ostentando o termo empresa de tecnologia da informação voltada para o desenvolvimento econômico sustentável na sua designação (nome/título) ou, por outro lado, indicando esses termos em qualquer parte do site, permitindo, assim, reconhecer sua condição.

A partir dessa forma de apresentação encontrada nos websites, foram selecionadas as empresas segundo esse aspecto indicativo da sua qualidade. Ainda, em razão do que se poderia nomear de identidade geográfico-cultural das empresas selecionadas, foram estabelecidos dois indicadores para verificar a situação da instituição ou dos responsáveis quanto à sua localização no Brasil ou no exterior. E considerou-se a presença de qualquer um desses indicadores como válidos.

Portanto, o primeiro indicador está relacionado aos caracteres alfabéticos designados de forma abreviada ao nome do país no sistema de endereçamento do Identificador Universal de Recur-



sos (Universal Resource Identifier – URL). O segundo indicador refere-se à categoria denominada “contato” que apresenta o endereço postal eletrônico (e-mail) no qual consta, também, a identificação do país.

6 ANÁLISE QUALITATIVA DAS EMPRESAS VOLTADAS PARA O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO SUSTENTÁVEL

Após a sondagem, localizaram-se cinco empresas que foram identificadas como: empresa (A), empresa (B), empresa (C), empresa (D) e empresa (E).

Tabela 1 – Empresas voltadas para o desenvolvimento econômico sustentável

EMPRESA	PAÍS	ÁREA DE ATUAÇÃO
Empresa (A)	Brasil (São Paulo)	Agronegócio, água e saneamento, defesa e inteligência, engenharia e serviços, gestão de energia, governo e meio ambiente.
Empresa (B)	Brasil (São Paulo)	Projetos de inovação em processos e produtos que sejam desenvolvidos em parceria entre empresas e instituições de pesquisa tecnológica.
Empresa (C)	Brasil (Santa Catarina)	Mercado de compressores herméticos.
Empresa (D)	Brasil (São Paulo)	Setores de energia elétrica, indústrias de processo e manufatura, infraestrutura e edificações especiais, meio ambiente, mineração e metalurgia, óleo e gás, química e petroquímica.
Empresa (E)	Brasil (Rio de Janeiro)	Soluções tecnológicas – motores elétricos

Fonte: pesquisa Google, 2015.

Os dados utilizados nesta pesquisa foram coletados do portal web de cada uma das empresas, onde estas oferecem uma plataforma para os consumidores se comunicarem e assim trocar experiências sobre suas necessidades e desejos (Tabela 1). Ressalta-se que o pesquisador utilizou sites como ponto central de coleta das informações. A seleção das empresas para este estudo foi efetuada conforme abaixo.

A partir de consulta em site de busca no dia 28 de maio de 2014, buscou-se os termos “tecnologias da informação”, “empresa” e “desenvolvimento econômico sustentável” sendo detectadas 31 empresas, 10 internacionais e 21 nacionais. Dentre as 21 empresas nacionais, foram selecionadas cinco empresas que representavam o objetivo do artigo, que é analisar empresas nacionais que têm foco no desenvolvimento econômico sustentável. O pesquisador, de maneira independente, pôde analisar e codificar os dados coletados para depois reunir suas análises e gerar uma estrutura conjunta das informações coletadas (KOZINETS, 2002).

Todas as cinco empresas pesquisadas tinham em seus sites, o ícone “contatos”, onde estão disponibilizados os endereços de e-mail para informações adicionais. Ao analisar o site das empresas, foi constatada a falta de informação sobre o número de funcionários da empresa e qual o investimento na qualificação deles, por isso, foi enviado por e-mail um questionário, para cada uma das empresas pesquisadas, com as seguintes perguntas: 1. Quantos funcionários fa-

zem parte da sua equipe? 2. Vocês investem na qualificação profissional? 3. Vocês consideram importante para o crescimento da empresa o investimento na qualificação da sua mão de obra?

Análise da Empresa A

A partir da análise da empresa (A) pode-se observar que esta investe 25% do faturamento, cerca de R\$ 12 milhões, em pesquisas e novos projetos. Há um intenso investimento de recursos financeiros e humanos para atender às demandas do setor agrícola. O que é um diferencial da empresa, pois segundo Scolari (2012, p.1), no Brasil existem barreiras que devem ser eliminadas e pontos fracos que devem ser equacionados com relação a investimento e inovação no País.

A empresa (A) desenvolveu um equipamento de automação, instalado em máquinas usadas na colheita de cana-de-açúcar, que permite aos produtores melhorar o desempenho da operação da usina, aumentando a produtividade. Para a economia de combustível nas colhedoras de cana, há um computador de bordo que monitora o peso da carga e adapta a velocidade da máquina agrícola; dessa forma, o consumo de diesel cai, em média, 15%.

Uma espécie de balança produzida pela empresa é colocada na colhedora de cana e identifica a quantidade colhida em cada área da lavoura. A partir dessa informação, é montado um mapa que mostra onde há maior ou menor produção. Com o mapa em mãos, a usina pode intervir pontualmente, o que evita o desperdício de insumos. Fato esse que corrobora as ideias de Lustosa (2011, p.115) que relata que “o desenvolvimento tecnológico na direção de um padrão de produção menos agressivo ao meio ambiente é visto como uma solução ao desperdício de insumos”.

Portanto, essa empresa procura sempre desenvolver atualizações tecnológicas, em busca de eficiência na gestão, visando à satisfação do cliente e seu retorno no investimento. Prado (2011) acredita que a meta de qualquer empresa é a maximização do seu valor, o que direciona investimentos e especialização da organização, ou seja, as empresas focam seus recursos nas atividades fins que lhe trazem sua real rentabilidade. A empresa realiza investimentos na qualificação da sua equipe de trabalho para atuar na implantação de seus produtos e disponibilizar serviços aos clientes.

Santos (2012) ressalta que as empresas podem, a partir de programas de capacitação, proporcionar aos trabalhadores atividades que permitam a qualificação e/ou requalificação profissional, a fim de que adquiram competências e seus desenvolvimentos conjunturais no trabalho. Esses aspectos irão refletir na gestão da qualidade de seus produtos e serviços, garantindo assim um resultado satisfatório à empresa e aos seus clientes.

A empresa tem como missão atender e antecipar as necessidades do mercado voltado para o desenvolvimento econômico sustentável com excelência e inovação, agregando valor aos produtos por meio da qualidade e eficiência de soluções com contínua busca pelo retorno de investimento. Conta com um quadro de funcionários amplo, tendo 98 funcionários/parceiros e tem por objetivo ser referência no setor de automação operacional, mediante um crescimento sustentável, sempre ressaltando a inovação e a qualidade dos serviços aos clientes e parceiros, valorizados pelo entusiasmo e comprometimento da equipe de colaboradores em um ambiente motivador.

É a principal empresa de automação agrícola dos mercados em que está presente; é destaque pela qualidade dos trabalhos de implantação e gestão de processos operacionais no campo por toda a América Latina. Observou-se um contínuo investimento na qualificação dos funcionários e parceiros.



Análise da Empresa B

A empresa (B) é uma empresa brasileira de pesquisa e inovação industrial que tem o objetivo de estimular projetos cooperativos entre empresas brasileiras e instituições de pesquisa; desenvolve projetos de cooperação com o segmento voltado para a área de Bionanomanufatura. Os projetos da empresa estão direcionados para quatro grandes áreas de plataformas tecnológicas em Bionanomanufatura, tais como: Biotecnologia, Nanotecnologia, Microtecnologia e Metrologia de ultraprecisão. A empresa tem no seu cadastro, aproximadamente, 42 funcionários.

É uma organização social criada para estimular os encontros das empresas com pesquisadores e agências de fomento. O grande diferencial da empresa é reunir as diversas fontes de recursos, como a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), a Agência Nacional de Petróleo (ANP) e o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae), possibilitando maior agilidade no tráfego de informações durante o processo.

As diversas fontes de recursos podem trabalhar focadas em áreas estratégicas e em planos de inovação que permitam acompanhar o desenvolvimento de uma empresa para além de um projeto específico. Esse acompanhamento feito pelas fontes de recursos permite apoiar os projetos e avaliar se a empresa beneficiada com o recurso está preparada para levar adiante as atividades inovadoras; pois para a Fundação Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea) (2009) o investimento em inovação e tecnologia permite fortalecer a base produtiva e a capacidade de geração de conhecimento no País.

Tem como missão contribuir para o desenvolvimento da inovação na indústria brasileira por meio do fortalecimento de sua colaboração com institutos de pesquisas e universidades. Com foco no desenvolvimento sustentável, seu objetivo é ser reconhecida como instituição inovadora na promoção de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) para a indústria no Brasil com agilidade, eficiência e qualidade. Oferece os seguintes serviços: comunicação ótica, sistemas inteligentes de software e automação, tecnologia de dutos, tecnologias em refrigeração e tecnologia química industrial. Tem como ação principal mediar reuniões entre empresas, pesquisadores e agências de fomento, com o intuito de agilizar e otimizar todos os trâmites. O financiamento da instituição obedece à seguinte regra geral: pode investir até 1/3 das despesas das unidades com projetos de PD&I.

Análise da Empresa C

A empresa (C) trabalha com a comercialização de compressores herméticos e soluções para refrigeração, procurando atender o mercado brasileiro atualmente dependente de importações. A expansão da empresa deriva de sua trajetória de 42 anos de inovação. Atualmente, a empresa multinacional tem linhas de produção em quatro países, incluindo o Brasil e investe em recursos para novos negócios. A empresa aposta na sustentabilidade, sendo pioneira no desenvolvimento de tecnologias voltadas para o desenvolvimento econômico sustentável. Os produtos da empresa possuem eficiência energética e seus compressores consomem menos energia e são produzidos com menos matéria-prima. Os compressores com gases refrigerantes são inovações que marcam o pioneirismo da empresa; seus produtos são direcionados à refrigeração doméstica e comercial. O objetivo da empresa é desenvolver produtos cada vez melhores em capacidade e consumo de energia.

O principal avanço tecnológico apresentado por esta empresa é que os compressores não utilizam os CFCs (gases que destroem a camada de ozônio). Esse diferencial é uma boa proposta

para romper as dificuldades de promoção da inovação tecnológica no Brasil, pois colabora na realização de uma prospecção tecnológica a fim de definir “tecnologias-chaves” para o País, tanto para explorar novas oportunidades quanto para atender aos requisitos atuais de capacitação tecnológica (ROCHA, 1997).

A empresa C possui 74 funcionários e tem como missão oferecer soluções inovadoras para uma melhor qualidade de vida, pautando seus valores em respeito, integridade e trabalho em equipe. Tem como pilares de negócios, a liderança tecnológica, a excelência operacional e a sustentabilidade. A criação da empresa, inicialmente, pretendia suprir a indústria brasileira de refrigeradores, na época dependente da importação de compressores. Mas, na década seguinte, já alcançou autonomia tecnológica, e o diferencial em inovação possibilitou comercializar seus produtos nos cinco continentes. Ela aposta em inovação e tecnologia para poder crescer por meio de produtos, aplicações e negócios de refrigeração, que proporcionam grande redução no consumo de energia e água. Além disso, mantém o compromisso de investir cerca de 3% da sua receita líquida no custeio de pesquisa e desenvolvimento. Ressalta-se que é uma empresa especializada em soluções para refrigeração, e que veio a se tornar líder mundial no mercado de compressores herméticos.

Análise da Empresa D

A empresa (D), especializada em projetos de infraestrutura, desenvolve projetos para as áreas de infraestrutura nos setores de energia elétrica, indústrias de processo e manufatura, infraestrutura e edificações especiais, meio ambiente, mineração e metalurgia, óleo e gás, química e petroquímica. Como principal característica, a empresa desenvolve em seus funcionários a valorização do desenvolvimento social, econômico e natural.

A avaliação dos riscos ambientais, utilizando tecnologias sustentáveis nos projetos desenvolvidos, visa minimizar os danos à natureza. Para Montibeller-Filho (2004, p. 54), o desenvolvimento sustentável é um “processo contínuo de melhoria das condições de vida (de todos os povos), enquanto minimiza o uso de recursos naturais, causando um mínimo de distúrbios ou desequilíbrios ao ecossistema”.

É uma comunidade de profissionais, estruturada com base no conhecimento, identificada pela sua capacidade de inovar e tem a busca da excelência como conceito-guia. Há uma grande preocupação com a preservação do meio ambiente. Tem por objetivo empreender e prover soluções de infraestrutura que criem valor para os clientes; proporcionar condições de realização profissional e humana aos seus profissionais; ser agente ativo do processo de desenvolvimento da sociedade e de cuidado com os recursos naturais. É uma empresa brasileira de engenharia dedicada a prover soluções de infraestrutura para setores-chave da economia. Atua, também, no desenvolvimento de software e hardware para o mercado de telecomunicações. A empresa tem 93 funcionários e desenvolve ações que visam estruturar negócios na área ambiental, com o objetivo de fazer da sustentabilidade o eixo determinante de suas atividades. Essa medida só é possível porque há um contínuo investimento na qualificação profissional.

Análise da Empresa E

Por último, a empresa (E), que tem como foco o desenvolvimento de soluções tecnológicas, na área de geração de energia, como um motor (Stirling) que se constitui em uma alternativa sustentável para a geração de energia elétrica em áreas rurais isoladas. Segundo a empresa, o



motor se baseia no princípio da expansão de gases e na troca de calor para resfriamento, usando uma fonte de calor limpa, como o sol, ou até a chama de uma lamparina.

Em alguns estados brasileiros, principalmente na região amazônica, verifica-se também a importância de motores de combustão interna para a geração de energia elétrica e atendimento a comunidades isoladas do sistema elétrico (MARTINS, 2005), como o “Projeto Luz para Todos”, que é um conjunto de medidas públicas do Brasil, que visa levar eletrificação a áreas remotas, cobrando um preço subsidiado pelo Governo Federal, governos estaduais e distribuidoras. O grande diferencial está no fato dos motores serem de simples manutenção e poderem ser difundidos em larga escala, sem prejuízo para o meio ambiente.

A empresa E conta com 28 funcionários e tem como missão colocar a melhor tecnologia a serviço dos clientes e assim deixá-los em um nível de competitividade privilegiado. Tem como base a preservação dos recursos naturais e do meio ambiente. Tem como objetivo crescer, cada vez mais, nas áreas de consultoria e tecnologia; sua base está focada nas ciências exatas e nas artes. Juntando essas duas linhas de conhecimento, a empresa vem misturando criatividade, matemática e emoção para entregar aos seus clientes a “tecnologia no estado da arte”. Oferece soluções tecnológicas – motores elétricos. Elaboração do thermo electric generator (TEG), uma espécie de cerâmica que agrega semicondutores com capacidade de gerar energia de uma fonte de calor qualquer. O objetivo da empresa é criar um modelo de produto que possa atender de forma prática e inovadora às demandas da população com dificuldades de acesso à energia, seja pela instabilidade do fornecimento ou pela dificuldade de acesso a áreas remotas.

Ressalta-se que os dados analisados indicaram que todas as empresas pesquisadas investem na qualificação profissional e que a consideram fundamental para o sucesso da sua empresa.

7 CONCLUSÕES

Os resultados apresentados apontam que as cinco empresas investigadas têm na sua missão o compromisso com o desenvolvimento econômico sustentável. Esse processo se dá a partir de ações que vão muito além do desenvolvimento de produtos e tecnologias voltados para a sustentabilidade; essas ações estão diluídas em vários setores das empresas, indo da missão às ações práticas, como por exemplo: treinamentos, cursos e palestras oferecidos aos seus funcionários.

Ao analisar a questão da utilização do conhecimento para gerar tecnologias da informação, o presente artigo possibilitou constatar que os órgãos públicos brasileiros, responsáveis por gerir os recursos públicos e o conseqüente investimento no desenvolvimento econômico sustentável, precisam tornar as ações mais efetivas, isto é, possibilitar que mais empresas se interessem em desenvolver produtos e serviços com cunho sustentável. Faz-se necessário um apoio a empresas que apostem na inovação, pois a partir da inovação, as empresas possibilitam o surgimento de novos produtos sustentáveis.

A partir deste estudo, pode-se afirmar que é possível ser sustentável. As empresas devem ter responsabilidade social, econômica e ambiental e, a partir de seu público interno, devem estar constantemente comprometidas na busca ininterrupta de soluções sustentavelmente corretas. Pois a questão do desenvolvimento sustentável tem sido assunto em várias instituições privadas, públicas e, inclusive, em âmbito internacional, devido à importância na criação de projetos que visam à sustentabilidade. Essa nova tendência influencia e impõe mudanças nos panoramas empresariais no que diz respeito ao padrão de concorrência e competitividade.

Por fim, conclui-se que a crise mundial tem reorganizado a dinâmica de comércio e produção entre os países e dentro do próprio país; a inovação é um vetor fundamental para aproveitar as oportunidades que se abrem ao Brasil.

REFERÊNCIAS

ALBAGLI, S. A nova centralidade do imaterial e o desafio do desenvolvimento sustentável, **Revista Brasileira de Biblioteconomia e Documentação**, Nova Série, São Paulo, v. 5, n. 1/2, p. 104-116, jan./dez. 2009.

ALMEIDA, S. F. Novas tecnologias de informação e desenvolvimento humano sustentável. **Qualit@s – Revista Eletrônica**, v. 1, n.1, p. 1-21, 2005.

ANDRADE, S. A. C. R. **Inclusão digital nas empresas de base industrial**: a utilização de tecnologias da informação e comunicação. 2004. Monografia (Especialização em Inteligência Organizacional e Competitiva na Sociedade da Informação) – Departamento de Ciência da Informação e Documentação, Universidade de Brasília, Brasília.

ARRUDA, R. G. Unidades de informação e sustentabilidade: requisitos para organizações do conhecimento: o caso Embrapa, **Revista Brasileira de Biblioteconomia e Documentação**, Nova Série, São Paulo, v. 5, n. 1/2, p. 28-41, 2009.

BASTOS, A. V. B. (2006). Trabalho e qualificação: questões conceituais e desafios postos pelo cenário de reestruturação produtiva. In: BORGES-ANDRADE, J. E.; ABBAD, G. S.; MOURÃO, L. (Orgs.). **Treinamento, desenvolvimento e educação em organizações e trabalho**: fundamentos para a gestão de pessoas. Porto Alegre: Artmed.

BAUMGARTEN, M. Geopolítica do conhecimento e da informação: semiperiferia e estratégia de desenvolvimento. **Liinc em Revista**, v. 3, n. 1, p. 17-33, março 2007. Disponível em: <http://www.ces.uc.pt/myces/UserFiles/encontros/185_Resumo_Mesa_Seminario_LIINC_2006.pdf>. Acesso em: 03 jul. 2013.

BORGES, M. A. G. O profissional da informação: somatório de formações, competência e habilidades. In: BAPTISTA, S. G.; MUELLER, S. P. M. (Org.). **Profissional da informação**: o espaço de trabalho. Brasília: Thesaurus, 2004. p. 55-69.

CANELA, G. **Acesso à informação e controle social das políticas públicas**. Brasília, DF: ANDI; Artigo 19, 2009. 132 p.

CARNEIRO, R. de M. Dinâmica de crescimento da economia: uma visão de longo prazo. Texto para Discussão. **IE/UNICAMP**, Campinas, n. 130, p. 1-70, ago. 2007.

CASTELLS, M. **A Sociedade em rede**. 10. ed. São Paulo: Paz e Terra. 2007.

COCCO, G. Indicadores de inovação e capitalismo cognitivo. In: **Bases conceituais em pesquisa, desenvolvimento e inovação**: implicações para políticas no Brasil. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2010. 214 p.

DOWBOR, L. **Riscos e oportunidades em tempos de mudanças**. São Paulo: Editora e Livraria Instituto Paulo Freire; Fortaleza, CE: Banco do Nordeste do Brasil, 2010.

FERRAZ, J. C.; KUPFER, D.; HAGUENAUER, L. (1996). **Made in Brazil**. RJ: Editora Campus.



IPEA. **Brasil em desenvolvimento: Estado, planejamento e políticas públicas** / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. – Brasília: IPEA, 2009. 340 p.

KAHIN, B. (2009) Knowledge markets in cyberspace? The Multiple faces of globalization. Madrid. BBVA. Disponível em: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://www.ccianet.org/CCIA/files/ccLibraryFiles/Filename/00000000293/Knowledge-Markets-in-Cyberspace.pdf>.

KOZINETS, R. V. The field behind the screen: using netnography for marketing research in on-line communities. **Journal of Marketing Research**, v. 39, n. 2, 61-72, February 2002.

LASTRES, H. M. M.; CASSIOLATO, J. E.; ARROIO, A. (Ed.). **Conhecimento, sistemas de inovação e desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Ed. da UFRJ e Contraponto, 2005.

LUSTOSA, M. C. J. Inovação e tecnologia para uma economia verde: questões fundamentais. **Política Ambiental**, Belo Horizonte, n. 8, jun. 2011.

MACULAN, A. M.; MERINO, J. C. Como avaliar a transferência do conhecimento na interação Universidade-Empresa? In: SIMPÓSIO DE GESTÃO DA INOVAÇÃO, 20, São Paulo: NPGCT/IA/USP, 1988. **Anais...** São Paulo, 1998.

MARTINS, O. **Geração de energia elétrica com motores a diesel ou com motores especiais utilizando biocombustíveis (óleos vegetais)**. IEE-USP/Cenbio, 2005. Disponível em: <<http://www.cori.unicamp.br/foruns/agro/evento9/osvaldo-Bio.ppt#256,1,Slide1>>. Acesso em: 12 set. 2014.

MONTIBELLER FILHO, G. **O mito do desenvolvimento Sustentável: meio ambiente e custos sociais no moderno sistema produtor de mercadorias**. Florianópolis: Ed. da UFCS, 2004.

PRADO, M. F. A eficiência na gestão de estoques em empresas comerciais: uma análise de correlação. **Qualit@s Revista eletrônica**, v. 12, n. 2, 2011.

ROCHA NETO, I. **Educação & Tecnologia**. Periódico dos Programas de Pós-Graduação em Tecnologia dos Cefets – PR/MG/RJ. Curitiba: CEFET/PR, Ano 1, Dezembro 1997.

SACHS, I. **Desenvolvimento: incluyente, sustentável, sustentado**. Rio de Janeiro: Garamond, 2008. 151 p.

SAMBIASE-LOMBARDI, M. F; BRITO, E. Z. P. (2007). Desenvolvimento sustentável como fator de competitividade [CD-ROM]. **Anais do Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração**, ENANPAD, Rio de Janeiro.

SANT'ANNA, J. *et al.* Sociedade da informação x biblioteconomia: em busca do moderno profissional da informação (MIP). **Revista Brasileira de Biblioteconomia e Documentação**. São Paulo, v. 10, n. 1, p. 68-85, jan./jun.2014.

SANTOS, A. R. B. dos. **A importância da qualificação do trabalhador para qualidade na construção civil**. 2012; p. 1-14. Disponível em: < http://info.ucsal.br/banmon/Arquivos/Art3_0078.pdf> Acesso em: 04 jul. 2013.

SBRAGIA, R. *et al.* **Inovação**. Editora Clio. 2006.

SCHALTEGGER, S.; WAGNER, M. (2008). Types of sustainable entrepreneurship and conditions for sustainability innovation: from the administration of a technical challenge to the management of an entrepreneurial opportunity, UK: Edward Elgar. In: WÜSTENHAGEN, R.; HAMSCHMIDT, J., SHARMA, S.; STARIK, M. **Sustainable innovation and entrepreneurship**. Cheltenham. UK: Edward Elgar, p. 27-48.

SCOLARI, D. D. G. **Produção agrícola mundial: o potencial do Brasil.** Brasília, DF: Embrapa, 2012. 42 p. Disponível em: <http://www.abifina.org.br/arquivos/abf_publicacoes/producao_agricola_mundial.pdf> Acesso em: 04 jul. 2013.

SICSÚ, J.; CASTELAR, A. **Sociedade e economia: estratégias de crescimento e desenvolvimento.** Brasília: Ipea, 2009. 252 p.

SIRIHAL D.; ADRIANA B. **Informação, comunicação e sociabilidade via Internet: um estudo das interações no ciberespaço entre membros do Movimento Escoteiro.** 2005. 254 f. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Ciência da Informação.

VIOTTI, E. National Learning Systems: a new approach on technological change in late industrializing economies and **evidences from the cases of Brazil and South Korea.** Technological Forecasting and Social Change, v. 69, n. 7, p. 653-680, set. 2002.

WADA, E. K.; GASTAL, S. de A. Relato – VIII Seminário ANPTUR 2011 Balneário Camboriú/SC. **Revista Brasileira de Pesquisa em Turismo.** v. 5, n. 3, p. 438-447, dez. 2011.

WEBSTER, F., **Theories of the Information Society,** Routledge, 4. ed., 416 p., 2014.



Uso de Resíduos de Pneumáticos Inservíveis na Produção de Concreto Para Blocos: uma simulação computacional

The Use of Tire Waste in the Production of Concrete Blocks: computer-based simulation models

Leander Luiz Klein*
Glaucio Oliveira Rodrigues**
Mirela Schramm Tonetto***
Eugênio de Oliveira Simonetto****

**Professor de Administração na Universidade de Cruz Alta, Cruz Alta,
Rio Grande do Sul, Brasil.
End. Eletrônico: kleander88@gmail.com*

***Mestrando de Administração na Universidade Federal de Santa Maria,
Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.
End. Eletrônico: glaucop10@redes.ufsm.br*

****Graduanda de Engenharia Civil na Universidade Federal de Santa Maria,
Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.
End. Eletrônico: mirelatonetto@gmail.com*

*****Professor Doutor de Administração na Universidade Federal de Santa Maria,
Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.
End. Eletrônico: eosimonetto@gmail.com*

doi:10.18472/SustDeb.v7n1.2016.17355

Recebido em 04.01.2016

Aceito em 16.03.2016

ARTIGO - VARIA

RESUMO

O objetivo deste artigo é elaborar um modelo de simulação computacional da utilização de resíduos de pneus inservíveis na composição de blocos intertravados de concreto. Para tanto, como método do trabalho, realizou-se uma simulação computacional das variações ocorridas nos elementos básicos constituintes de blocos de concreto quando da inserção de resíduos de

pneus. Foram constituídos dois cenários para a projeção dos resultados e utilizou-se o software Vensim (VENTANA SYSTEMS, 2011) para a obtenção dos dados. Como principais resultados do artigo destaca-se a economia de 15,71% de água no cenário A e de 9,42% no cenário B; e a economia de 6,79% de cimento no cenário A e 0,77% no cenário B. Por fim, ressalta-se o consumo de 473 toneladas de resíduos pneumáticos na simulação feita no cenário B e 372 toneladas no cenário A. Isso dá subsídios para o incentivo dessa prática de uso de resíduos pneumáticos em blocos de concreto.

Palavras-chave: Resíduos Pneumáticos. Blocos de Concreto. Meio Ambiente.

ABSTRACT

The objective of this article is to develop a computer-based simulation model of the use of scrap tire waste in the composition of interlocking concrete blocks. Research was carried out by means of a computer simulation of variations occurring in constituent basic elements of concrete blocks by the insertion of waste tires. Two scenarios were elaborated for the projection of results and Vensim software (VENTANA SYSTEMS, 2011) was used. The main results of the article are there is an economy of 15.71% of water in scenario A and 9.42% in scenario B; and an economy of 6.79% of cement in scenario A and 0.77% in scenario B. Finally, we emphasize consumption of 473 tons of scrap in the simulation done in scenario B and 372 tons in scenario A. This suggests that there should be encouragement of the use of pneumatic waste in building concrete blocks.

Keywords: Waste Tires. Concrete Blocks. Environment.

1 INTRODUÇÃO

A preocupação com o destino de resíduos sólidos tem se tornado um assunto preponderante nas discussões de pesquisadores de várias áreas e ambientalistas. Isso se torna mais evidente com o desenvolvimento incessante da economia, que gera um grande número de resíduos sólidos nas cidades, indústrias e construções, resultando no esgotamento dos recursos materiais (GUO *et al.*, 2015). Mascarenhas e Silva (2013) mencionam que dada a proximidade do limite da extração de recursos, deve haver uma mudança nos processos produtivos com a geração de valor na cadeia produtiva, e procedimentos pós-consumo adequados, como o descarte correto dos produtos e embalagens, para gerar uma gestão mais sustentável.

O descarte final de resíduos sólidos gerados pelo homem tem se tornado objeto de muitas pesquisas, cujo foco principal é o aproveitamento desses resíduos para gerar materiais alternativos úteis para uso em outros produtos. Acrescentar elementos reciclados em obras de engenharia civil é uma prática bastante comum em países desenvolvidos como os Estados Unidos, e gera benefícios não apenas em relação à questão ambiental, mas também social e econômica. Por exemplo, segundo a Rubber Manufacturers Association (2013), em 2013, os mercados de produtos inservíveis dos EUA eram compostos em 95,9% (em peso) por pneus inservíveis, e estes foram utilizados de diversas formas, incluindo o combustível derivado de pneus, aplicações em engenharia civil como em calçadas e outras superfícies com incremento de borracha. Além disso, no referido país, há incentivos fiscais federais e estaduais para uso desse tipo de material e o desenvolvimento de novas alternativas de uso, o que acaba estimulando o desenvolvimento dessas práticas no país.



No Brasil, tem-se verificado a aplicação de legislações mais severas e de uma maior conscientização e cobrança da sociedade por práticas responsáveis das empresas em suas operações e atividades. Tais responsabilidades incluem a preocupação com o adequado descarte dos resíduos gerados no processo produtivo e impacto ambiental provocado por estes após o consumo (CHAVES e BATALHA, 2006).

Tendo em vista esse cenário de preocupação com o descarte de materiais inservíveis, neste estudo, tratar-se-á especificamente do descarte e reutilização de pneus inservíveis e sua aplicação em blocos intertravados de concreto para utilização em obras de engenharia civil. O uso de concreto com resíduos de pneus é adequado e resistente para muitas aplicações na construção civil. Entretanto, seu uso no Brasil ainda tem sido pouco expressivo. Diante desse contexto, o objetivo deste artigo é elaborar um modelo de simulação computacional da reutilização de pneus para composição de blocos intertravados de concreto.

A análise e o estudo de alternativas para o uso de pneus descartados tornam-se relevantes ao ser verificada a produção e utilização anual de pneus no Brasil. De acordo com a Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos – Anip (2014), nos doze meses de 2013, foram produzidos 68,8 milhões de pneus, e o acumulado mensal de 2014 chegou a 68,7 milhões de unidades. Considerando o total de pneus importados, que segundo a Anip (2014) foi 27,2 milhões de pneus em 2014, chega-se a quase 100 milhões de pneus por ano no Brasil. De maneira geral, salienta-se também que o interesse na utilização de materiais sólidos descartáveis, como pneus, tem aumentado significativamente com a crescente conscientização a respeito das questões do meio ambiente e com a busca de novas soluções que combinam crescimento econômico e preservação do patrimônio natural (PEDRO, BRITO e VEIGA, 2013). Diante disso, o estudo traz como contribuição a análise de cenários sobre a reciclagem e usos de pneus e os potenciais benefícios gerados. Paralelamente, também foram analisadas as economias de água e cimento obtidas com a composição desses blocos de concreto com a utilização de resíduos de borracha de pneus.

A estrutura do artigo é composta por esta introdução ao tema, com a apresentação do objetivo da pesquisa e contribuições do estudo. A seguir, são escritas considerações sobre a reciclagem de pneus no Brasil e sobre o uso e aplicação de resíduos de pneus inservíveis na engenharia civil. Na seção três é especificado o método de elaboração deste artigo. Por fim, são expostos e analisados os resultados obtidos e realizadas as considerações finais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A PRODUÇÃO E A REUTILIZAÇÃO DE PNEUS NO BRASIL

Ao se falar em reutilização de pneus deve-se levar em conta a questão do aumento da utilização destes no mercado de veículos em geral. Freitas e Nóbrega (2014) mencionam que um dos grandes problemas em relação aos pneus inservíveis é o gradativo aumento de sua proporção em face do aumento da produção de veículos automotores no País. Para se ter uma ideia desse crescimento, considerando-se os dados da Anip (2010), em 2002 eram produzidos 46,6 milhões de pneus no Brasil. Em 2009, foram 53,8 milhões e, como destacado na introdução do trabalho, em 2014, foram produzidos um total de 68,7 milhões de pneus, sem contar o número de pneus importados.

Considerando os números expostos no parágrafo anterior, a reciclagem desse produto se torna

cada vez mais necessária e relevante. No Brasil, para normatizar e orientar o descarte adequado de pneus, foi aprovada a Resolução do Conama nº 258/99, de agosto de 1999, que fixa metas e obriga os fabricantes e importadores a darem destinação final aos pneus inservíveis (CONAMA, 1999). Com essa regulamentação, a coleta de pneus inservíveis aumentou consideravelmente, visto que os fabricantes e revendedores de pneus passaram a coletar e dar destinação final aos mesmos. Antes da aprovação dessa legislação, de acordo com Lagarinhos e Tenório (2013), apenas 10% dos pneus eram reciclados.

Desde a aprovação da resolução, a quantidade de pneus inservíveis sem o correto descarte foi reduzida consideravelmente. Dados da Reciclanip (2015) revelam que somente durante o primeiro trimestre de 2015, a entidade coletou e destinou de forma ambientalmente correta mais de 114,5 mil toneladas de pneus inservíveis, o que equivale a 22,9 milhões de unidades de pneus de carros de passeio retirados das ruas, estradas e rios das 27 capitais brasileiras. Ainda de acordo com a Reciclanip (2015), desde 1999, quando começou a coleta pelos fabricantes, 3,11 milhões de toneladas de pneus inservíveis foram coletados e destinados adequadamente para o descarte, o equivalente a 623 milhões de pneus de passeio.

Quanto às opções de reutilização dos pneus inservíveis, Sandroni e Pacheco (2006) mencionam que as alternativas mais comuns para a destinação dos pneus inservíveis no Brasil são a pirólise, a recauchutagem, a composição asfáltica e a chamada reciclagem energética. Outra demanda para o pneu inservível é sua utilização como combustível alternativo para cimenteiras, onde o pneu pode substituir uma parte do carvão a ser incinerado. No entanto, essa alternativa é contestada devido ao aumento da quantidade emitida de hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAH) (MASTRAL; CALLEN e GARCIA, 2000) e devido à emissão da perda do seu potencial energético.

No estudo realizado por Amari, Themelis e Wernick (1999), os autores verificaram que o pneu utilizado como combustível não representava uma estratégia ótima para recuperação de valor, já que menos de 40% da energia utilizada na fabricação dos pneus é recuperada quando este é utilizado como combustível. Uma alternativa mais valiosa para a reutilização dos resíduos de pneus é sua utilização na argamassa de concreto, já que eles podem ser facilmente incorporados nessa argamassa (Canova *et al.*, 2012).

Para Hirose (2004), a indústria de concreto recebe centenas de tipos de matérias-primas alternativas e vem sendo utilizado na construção civil, desempenhando assim papel importante na preservação do meio ambiente no século XXI. Nesse sentido, o próximo tópico deste artigo trata de algumas opções e usos do concreto com resíduos pneumáticos.

OS USOS DOS RESÍDUOS PNEUMÁTICOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A reutilização de pneus inservíveis tem tido diferentes aplicações para evitar o acúmulo em locais inapropriados e gerar poluição. Andrade (2007) explica alternativas de reciclagem de pneus inservíveis como a desvulcanização ou regeneração da borracha de pneus, a pavimentação asfáltica, o coprocessamento dos pneus para geração de energia, a pirólise e a recauchutagem. Estes são alguns usos de pneus inservíveis entre as alternativas possíveis. Na área da construção civil, a implementação de pneus inservíveis também tem sido uma prática cada vez mais utilizada.

O uso e alocação de pneus inservíveis na indústria da construção civil é uma importante estratégia para a redução desse resíduo na natureza. A pesquisa de agregados de reciclados em concreto tem sido iniciada recentemente (NENO, BRITO e VEIGA, 2014), e para Uygunoglu e Topçu (2010) a borracha de pneus inservíveis é um dos materiais residuais recentes mais investigados



com uso em potencial no campo da construção civil. Assim, é essencial que essa prática seja encorajada.

O uso de resíduos de pneus descartáveis tem sua aplicabilidade em diversas alocações da engenharia civil, respeitando é claro a sua utilização para determinada obra. Suas aplicações podem ser úteis em dutos na canalização de esgotos (os chamados ecodutos) e embalagens longa vida na fabricação de telhas ecológicas (SOUZA e KUNKEL, 2012), em estruturas de arrimo (BARONI, SPECHT e PINHEIRO, 2012), pavimentos de asfalto (XIAO, AMIRKHANIAN e JUANG, 2007; GANIRON JR., 2014, HUANG *et al.* 2004), placas e lajes pré-moldadas (SANTOS, 2005; AKASAKI, 2007; MACEDO e TUBINO, 2005), contenção de encostas (MATTIOLI, MONTEIRO e FERREIRA, 2009) e blocos de concreto e pavimentos intertravados (KAMIMURA, 2002; FIORITI e AKASAKI, 2004; JUSLI *et al.*, 2015) usados como objeto de simulação computacional neste artigo.

Especificamente, o reaproveitamento de resíduos de pneus inservíveis na fabricação de blocos de concreto é uma técnica que envolve a inserção desse elemento no processo normal de fabricação dos blocos intertravados de concreto. Segundo Portland (2010), as peças de concreto podem ser produzidas industrialmente em “vibro prensas” que proporcionam elevada compactação às peças, aumentando sua resistência mecânica e durabilidade. Sua fabricação também pode ser realizada com moldes ou prensas manuais, sem uso de equipamentos elétricos. Evidentemente que esses blocos de concreto também são objetos de estudo em pesquisas para verificar aspectos como resistência à compressão, absorção de água, resistência à tração, resistência ao impacto, entre outros, conforme pode ser visto nos artigos de Fioriti, Ino e Akasaki (2010), Canova, *et al.* (2012) e Topçu e Demir (2007).

Em relação à obtenção dos resíduos de pneus, estes podem ser obtidos pelo processo de recauchutagem de pneus. Essa técnica consiste fundamentalmente no aproveitamento da estrutura resistente do pneu gasto para incorporar-lhe uma nova borracha de piso (banda de rodagem), de forma que ele possa ser utilizado novamente. Esse procedimento, no entanto, contribui em grande número para o acúmulo de resíduos de borracha que são obtidos durante o processo e os resíduos se encontram na forma de fibras e pó de borracha (FIORITI, INO e AKASAKI, 2010). Além dessa técnica, resíduos de borracha de pneus também podem ser obtidos por meio de um processo de pré-tratamento e trituração, que consiste em várias operações diferentes como a separação da borracha, do aço e das fibras têxteis. O produto final, dependendo do destino, é o pó de borracha ou as lascas de pneus (LAGARINHOS e TENÓRIO, 2008).

Verifica-se que o uso de carcaças e resíduos de pneus em obras de engenharia civil pode envolver “diversas soluções criativas e aplicações diversificadas, mas não existe, ainda, uma tecnologia ideal, pois a definição do processo depende de fatores como: volume de pneus, proximidade de mercado, tipo de consumidores, investimento necessário, além de incentivos fiscais e financeiros” (BARONI, SPECHT e PINHEIRO, 2012, p. 452). Ressalta-se, além disso, que se faz necessária uma participação mais ativa de governos, com vantagens tributárias a empresas que usam esse material em suas obras, da sociedade, descartando corretamente os pneus inservíveis, e das empresas, com o avanço das tecnologias voltadas para a reutilização e a reciclagem de pneus, para uma maior efetividade da reutilização de pneus inservíveis.

3 MÉTODO DO TRABALHO

Neste trabalho o método de pesquisa adotado para o desenvolvimento do modelo computacional foi baseado nos procedimentos desenvolvidos por Law e Kelton (1991). Seus procedimentos são constituídos pelos seguintes passos: (1) estudos exploratórios em artigos científicos e rela-

tórios sobre o ambiente simulado para o delineamento do objetivo da pesquisa; (2) desenvolvimento da simulação, pela construção de um modelo formal; (3) implementação computacional da simulação, utilizando-se o software Vensim da área de system dynamics; (4) validação da simulação, por meio de testes dos dados sobre o uso de resíduos pneumáticos em concreto, para verificar se os resultados obtidos representam a realidade observada; (5) simulação de cenários.

Para realizar a modelagem e análise dos resultados da simulação computacional, será utilizado o software Vensim. Suas características auxiliam a melhorar os sistemas reais, e é muito utilizado para desenvolver e analisar modelos de dinâmica de sistemas. Através das suas ferramentas e extensões, o software apresenta uma análise de alta qualidade, com dimensões que absorvem e checam a realidade. Podendo interligar diferentes variáveis, atribuindo diferentes pesos além de fornecer ao usuário um ambiente para criação de modelos flexíveis. O software é gratuito, podendo ser utilizado em salas de aula ou em outros ambientes educacionais.

O modelo computacional e a constituição dos cenários foram realizados a partir dos resultados obtidos na pesquisa de Fioriti, Ino e Akasaki (2010). No estudo por eles desenvolvido, foram apresentados resultados experimentais de blocos intertravados para pavimentos de concreto, com resíduos de pneus. Foram realizados ensaios de resistência mecânica à compressão, absorção de água e resistência ao impacto, que apresentaram resultados satisfatórios. Isso indica que o uso de blocos intertravados de concreto com resíduos de pneus são apropriados para construção de calçadas, que será a unidade de base para a elaboração deste estudo. Esses dados serviram como base para a modelagem que será apresentada na seção a seguir, por meio destes, as variáveis receberam seus devidos pesos.

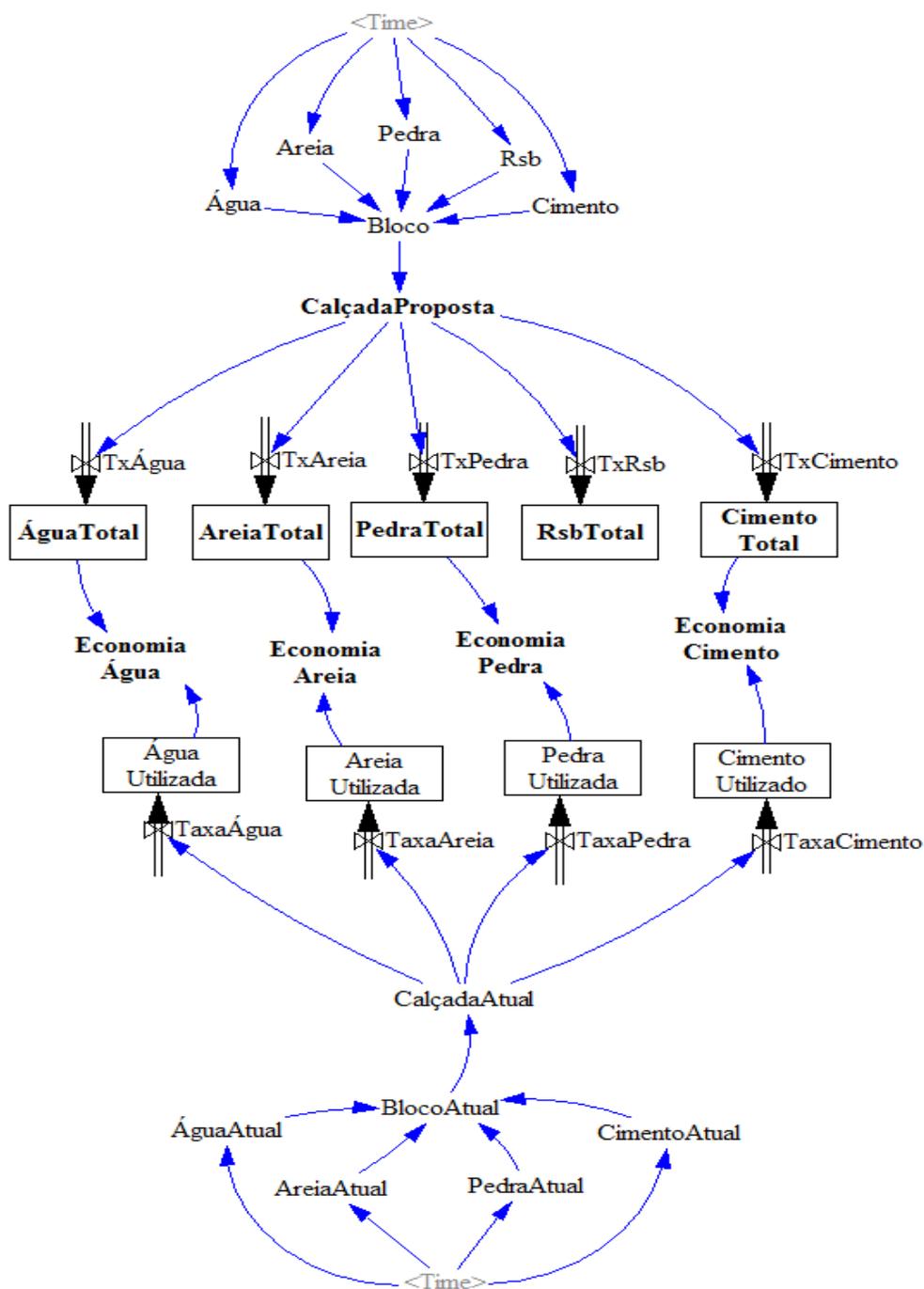
Já a simulação foi realizada com base em dados obtidos de uma Instituição de Ensino Superior nos últimos cinco anos, ou seja, de 2010 a 2014. Os dados obtidos nessa instituição foram basicamente o número de obras anuais que envolvessem calçadas, bem como as dimensões das mesmas (largura x comprimento). Esses dados permitiram realizar uma estimativa anual do número de blocos intertravados de concreto utilizados nessas calçadas, a partir do cálculo do número de blocos utilizados para um metro quadrado de calçada.

3.1 O MODELO DE SIMULAÇÃO E SUAS VARIÁVEIS

O modelo foi desenvolvido com a intenção de simplificar a interação usuário-computador, para que análises do tipo “o que se?” (what-if?), comuns em modelos de simulação, sejam de rápida e simples execução. O modelo desenvolvido para este trabalho está representado na Figura 1.



Figura 1 – Modelo de simulação desenvolvido



Fonte: Elaborada pelos Autores (2015).

O modelo apresentado na Figura 1 é composto de duas partes. Na parte inferior, a variável “Calçada Atual”, representa a realidade atual da construção de calçadas naquela instituição, ou seja, sem a utilização de resíduos pneumáticos. Abaixo dessa variável, inseriu-se a variável “Bloco Atual”, que representa os blocos intertravados de concreto que são utilizados naquela instituição para construir as calçadas. Esse bloco é constituído basicamente de quatro elementos, são

eles: água, pedra, areia e cimento (FIORITI, INO e AKASAKI, 2010). Sua função é de armazenar a soma dos valores (em kg) de seus componentes, representando assim a quantidade de material exata composta em um bloco intertravado.

A variável “Calçada Atual” é composta da multiplicação da variável “Bloco Atual” pela média de blocos intertravados; essa média foi adquirida por meio de dados obtidos de uma Instituição de Ensino Superior nos últimos cinco anos. As variáveis superiores a “Calçada Atual” são chamadas de taxas; elas possuem a função de dividir exatamente nas proporções dos componentes finais, tornando possível a comparação entre os cenários propostos por esta pesquisa. Para obter uma melhor exatidão foram utilizados os volumes respectivos de cada componente formador do “Bloco Atual”, dados expostos na pesquisa de Fioriti, Ino e Akasaki (2010).

Na parte superior do modelo, inseriram-se as mesmas variáveis, mas com a adição da variável RsB, que representa os resíduos de borracha de pneus. Assim, a “Calçada Proposta” e o “Bloco Proposto” seriam constituídos pelos mesmos elementos descritos no parágrafo anterior, mais os resíduos de pneus. A variável “time”, possui a função de simular os dados inseridos no modelo conforme o tempo estipulado pelo usuário. É possível por meio dessa função do software Vensim, verificar a variação dos elementos propostos neste artigo, no caso a simulação possui a duração de cinco anos. Ela está conectada nas partes superior e inferior do modelo, podendo assim obter a variação de cada um dos elementos utilizados. No Quadro 1, apresentam-se detalhadamente os procedimentos matemáticos realizados para calcular cada uma das variáveis do modelo da Figura 1.

Quadro 1 – Formulação matemática do modelo de simulação

VARIÁVEL	FÓRMULA
0- Bloco	RSB + Pedra + Areia + Cimento + Água
1- Calçada	Calçada Base * Número de Blocos
2- RSB Total	Calçada * Taxa RSB (Exposto na tabela 2)
3- Pedra Total	Calçada * Taxa Pedra (Exposto na tabela 2)
4- Areia Total	Calçada * Taxa Areia (Exposto na tabela 2)
5- Cimento Total	Calçada * Taxa Cimento (Exposto na tabela 2)
6- Água Total	Calçada * Taxa Água (Exposto na tabela 2)
7- Bloco Atual	Pedra Atual + Areia Atual + Cimento Atual + Água Atual
8- Calçada Atual	Média de Obras * Bloco Atual
9- Pedra Utilizada	Calçada Atual * Taxa Pedra Atual (Exposto na tabela 2)
10- Areia Utilizada	Calçada Atual * Taxa Areia Atual (Exposto na tabela 2)
11- Cimento Utilizado	Calçada Atual * Taxa Cimento Atual (Exposto na tabela 2)
12- Água Utilizada	Calçada Atual * Taxa Água Atual (Exposto na tabela 2)
13- Economia Pedra	Pedra Utilizada – Pedra Total
14- Economia Areia	Areia Utilizada – Areia Total
15- Economia Cimento	Cimento Utilizado – Cimento Total
16- Economia Água	Água Utilizada – Água Total

Fonte: Elaborado pelos Autores (2015).

A partir da análise do Quadro 1, pode-se verificar que:

- A variável Bloco Atual é obtida a partir do somatório das variáveis Pedra, Areia, Cimento e Água. Na variável Bloco Proposto, adiciona-se apenas o elemento RsB;
- A variável Calçada (tanto a Atual quanto a Proposta) é obtida a partir da multiplicação do total de blocos de concreto necessários para construir toda a extensão de uma calçada que se queira utilizar como base de cálculo.
- As equações 3, 4, 5, 6 e 7 são compostas da multiplicação da variável Calçada Proposta pelas respectivas taxas de utilização de cada elemento para formação do bloco. Essas equações têm o objetivo de estimar o volume de cada componente utilizado na calçada com resíduos de pneus.
- As equações 10, 11, 12 e 13 são semelhantes às anteriores, mas estimam o volume utilizado de cada elemento para a constituição da variável Calçada Atual, que não é feita com resíduos de pneus.
- Por fim, as equações 14, 15, 16 e 17 foram estabelecidas com o objetivo de obter a diferença nas quantidades utilizadas de cada componente na Calçada Atual em relação à Calçada Proposta.

VALIDAÇÃO E EXPERIMENTAÇÃO DO MODELO

O modelo foi validado em diferentes etapas. Inicialmente foram utilizados dados retirados a partir de estudo em artigos científicos e manuais técnicos referentes à área da gestão de resíduos sólidos. Com isso fica caracterizada a validação conceitual da modelagem proposta. Na segunda fase de validação, que se refere à montagem do modelo e à implementação no simulador Vensim (VENTANA SYSTEMS, 2011), contou-se com a participação de um especialista na área de simulação computacional.

Na última fase da validação, para o teste do experimento, foram utilizados dados atuais sobre a construção de calçadas em obras de uma instituição de ensino. Na Tabela 1, expõem-se a quantidade de obras efetuadas na instituição, a quantidade média de calçadas (em metros quadrados) construídas nos últimos cinco anos e a quantidade de blocos de concreto utilizados.

Tabela 1 – Dados referentes às obras da Instituição estudada

Ano	Nº de obras	Média das calçadas (m ²)	Qt. Blocos (Un.)
2010	52	380	17.272
2011	55	400	18.181
2012	62	630	28.636
2013	53	340	15.454
2014	26	212	9.636

Fonte: Elaborada pelos Autores (2015).

Com os dados da Tabela 1, pode-se verificar a fidedignidade do modelo com o mundo real. Esse tipo de validação é reconhecido como análise de sensibilidade do modelo de simulação, visto que são utilizados dados reais para as variáveis controladas nos inputs e verificadas as suas variações nos outputs do modelo (LAW e KELTON, 1991).

CENÁRIOS SIMULADOS NO MODELO

Neste artigo foram simulados dois cenários diferentes com níveis distintos de utilização de resíduos pneumáticos na composição dos blocos de concreto. Um dos cenários refere-se à utilização de 10% de resíduos de pneus no volume total de um bloco de concreto e o outro, 15%. Esse acréscimo de resíduos de pneus nos blocos de concreto resulta na alteração das quantidades dos outros componentes utilizados na composição. Os dados utilizados para a elaboração desses cenários foram coletados da pesquisa realizada por Fioriti, Ino e Akasaki (2010), explicada anteriormente. A Tabela 2 exhibe essas variações para a composição de um bloco intertravado.

Tabela 2 – Valores de cada componente do bloco em cada um dos cenários

Cenários	Atual (0%)	A (10%)	B (15%)
Areia	49,48	45,25	34,15
Cimento	17,18	15,35	18,28
Pedra	24,75	22,46	24,3
Água	8,59	6,94	8,27
Resíduos de Pneus	0%	10%	15%

Fonte: Elaborada pelos Autores (2015).

Os volumes expostos na Tabela 2 são essenciais para auferir a quantidade utilizada de cada componente para composição das calçadas Atual e Proposta. É com base nesses valores que o simulador Vensim, por meio das equações expostas anteriormente, demonstra exatamente a variação de cada um dos componentes do bloco intertravado no modelo de simulação.

4 RESULTADOS OBTIDOS

Nesta seção serão apresentados os resultados da modelagem referentes às simulações construídas neste artigo. Para melhor apresentação dos resultados, dividiu-se esta seção em sub-seções, cada uma delas com um resultado específico de acordo com o problema de pesquisa.

COMPARAÇÃO DOS CENÁRIOS

A primeira análise realizada foi a verificação das variações ocorridas nos elementos Cimento, Areia, Pedra e Água, e o consumo de resíduos de pneus nos cenários A e B quando comparados com o cenário atual. Para essa comparação inicial, foi utilizada como base de cálculo a média de

calçadas construídas por ano na instituição de ensino entre os anos de 2010 e 2014, conforme os dados apresentados na Tabela 1. Esses dados auxiliaram no cálculo exato da quantidade de blocos intertravados necessários por obra.

A Tabela 3 mostra os resultados dessa comparação, exibindo as quantidades necessárias de material para realização dessa obra em termos absolutos para cada um dos cenários. Na referida tabela também é apresentada a variação dos elementos desses blocos de concreto nos cenários A e B.

Tabela 3 – Materiais utilizados em uma obra

	Cenário Atual	Cenário A (10%)	Variação em %	Cenário B (15%)	Variação em %
Cimento (toneladas)	44,88	41,83	6.79	44,53	0.77
Areia (toneladas)	169,29	161,55	4.57	109,92	35.06
Pedra (toneladas)	85,06	74,24	12.72	72,39	14.89
Água (milhares de litros)	19,85	16,73	15.71	17,98	9.42
Resíduos (toneladas)	0	8,44	*N C	11,41	*N C

*Não calculado

Fonte: Resultados do modelo (2015).

A partir da análise da Tabela 3, o primeiro fato que pode ser observado é que, com a inserção de resíduos de pneus na composição dos blocos de concreto, há uma economia em diferentes proporções em todos os elementos utilizados. Pode-se verificar ainda a variação na quantidade de resíduos de pneus que seriam utilizados nos cenários A e B.

Nota-se, primeiramente, que no Cenário A há uma maior economia de cimento, cerca de 6,79%, enquanto o cenário B possui uma pequena economia de aproximadamente 0,77%. Esse resultado, em uma análise imediata, mostra que o uso da técnica de fabricação de blocos intertravados de concreto com resíduos de pneus poderia reduzir os custos dessa atividade, visto que o cimento é, em geral, um dos componentes mais caros para a elaboração do concreto.

Outro ponto a destacar é a economia de água nos dois cenários propostos simulados. No cenário A verifica-se uma economia de 15,71% de água, ao passo que em B essa economia é de 9,42%. Esse é um resultado também relevante da simulação realizada, seja pela diminuição de custos, seja pela preocupação que se tem com crises hídricas e, até mesmo, o fim desse recurso. Segundo a Agência Nacional de Águas (2014), desde 2012, observa-se uma gradativa e intensa redução nos índices pluviométricos em algumas regiões do Brasil, o que veio a gerar a crise hídrica no estado de São Paulo em 2014. Diante dessa realidade, a Agência revela que é fundamental a compreensão de crises hídricas que possam se apresentar, e que a valorização do recurso hídrico como bem público finito e a conscientização da necessidade de um uso mais racional e sustentável da água são essenciais para que se tenha maior garantia da oferta hídrica para os usos múltiplos. A fomentação de práticas como a que é simulada neste artigo iria ao encontro dessa conscientização.

As economias de água e cimento, bem como a utilização de resíduos de pneus, serão mais bem discutidas na sequência do artigo. Faz-se aqui, também, uma breve análise da economia de areia e pedra utilizadas nos blocos intertravados. Pode-se verificar na Tabela 3 que as economias são de 4,57% e 35,06% de areia nos cenários A e B, respectivamente; e de 12,72% e 14,89% de

pedra. Esses recursos, por mais insignificantes que possam parecer, podem causar problemas ambientais a partir de sua extração ilegal. No caso da areia, esta é com frequência retirada ilegalmente do fundo de rios causando problemas de assoreamento, o que altera os índices pluviométricos da região (PFALTZGRAFF, 1994), de poluição, devido ao uso de graxas e óleos nos equipamentos utilizados no empreendimento, entre outros (SILVA, MEDEIROS e CORDEIRO, 2012). Já no caso da retirada de pedras (a brita) gera, segundo um relatório do Ministério de Minas e Energia (2009), “impactos ambientais como ruído de máquinas e equipamentos e da quebra ou perfuração de rocha; emissão de poeira na atmosfera no processo de beneficiamento e no tráfego de caminhões dentro da área de operação ou em estradas de acesso à mineração” (p. 13).

Nesta subseção, apresentaram-se os resultados de uma comparação dos dois cenários propostos com o cenário atual com a utilização de uma única obra que será realizada na instituição de ensino onde dados foram coletados. Com os resultados expostos, pode-se ter uma noção inicial das economias de água, areia, pedra e cimento, bem como do consumo de resíduos de pneus, que podem ser obtidos com a inserção destes nos blocos de concreto.

No entanto, as dimensões se tornam ainda maiores quando se projetam esses resultados para os próximos anos. Nas subseções a seguir, serão apresentados os resultados de economia de água, cimento e consumo de resíduos de uma simulação para os próximos cinco anos com base em dados coletados na referida instituição de ensino.

ECONOMIA DE ÁGUA

O uso mais racional da água é uma discussão cada vez mais abrangente em todos os lugares do mundo. De acordo com Victorino (2007), métodos de economia e usos controlados da água deverão ser a regra básica para as populações futuras, uma vez que o problema de falta de água, neste momento, não se limita apenas às regiões desérticas.

Conforme exposto anteriormente, o uso de resíduos pneumáticos em blocos de concreto permite a redução da quantidade de água para sua constituição. Para apresentar valores sobre a economia desse recurso em longo prazo, fez-se uma projeção para cinco anos, tendo como base de cálculo a média de metros quadrados de calçadas construídas na instituição estudada nos últimos cinco anos (dados apresentados na Tabela 1). A Tabela 4 apresenta os valores totais utilizados na modelagem computacional; a variável “Água Utilizada” representa o composto sem a mistura da borracha para sua composição, já a variável “Água Total” é a representação do concreto utilizando borracha em sua composição.

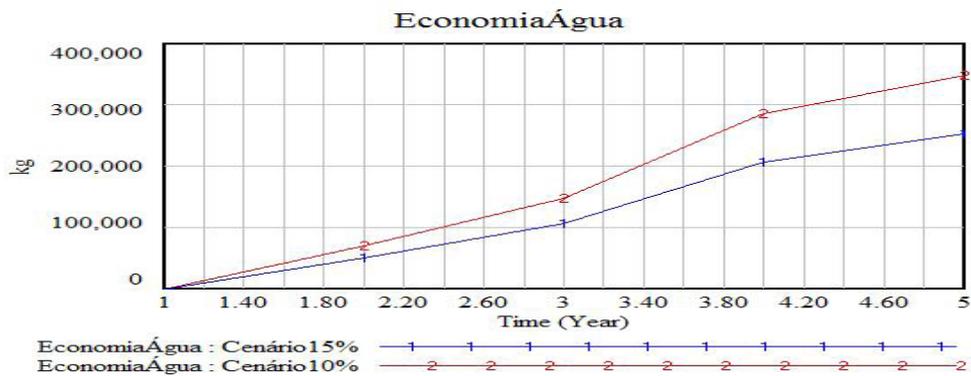
Tabela 4 – Projeção de economia de água para cinco anos

	Água Utilizada (Milhares de litros)	Água Total (Milhares de litros)
Cenário 15%	3.456	2.839
Cenário 10%	3.456	2.605

Fonte: Resultados do modelo (2015).

Para melhor visualizar os resultados dessa projeção, foi elaborada a Figura 2, na qual são apresentados os valores de economia de água ao longo dos cinco anos simulados.

Figura 2 – Economia de água durante cinco anos



Fonte: Resultados do modelo (2015).

Pela análise da Figura 2, pode-se verificar que o cenário A apresenta resultados de economia mais satisfatórios, chegando a uma diferença na economia de água de quase 350 mil litros no final de cinco anos. O cenário B apresenta uma economia de aproximadamente 250 mil de litros no final de cinco anos, quando comparado ao cenário atual. De qualquer forma, em qualquer um dos dois cenários pode-se verificar o quanto essa prática de inserção de resíduos de pneus em blocos de concreto poderia se tornar uma maneira de economizar esse recurso importante para o planeta e que vem gerando cada vez maiores preocupações.

A constatação desse resultado é relevante, pois a água é um recurso que está se tornando cada vez mais escasso, principalmente por fatores como o mau uso, desperdício, desconhecimento ou falta de aplicação de práticas alternativas para economia de água e alterações climáticas que tornam as chuvas irregulares. Para a Agência Nacional de Águas (2014, p. 5), “apoiar e aprimorar técnicas de reuso da água, reduzir o desperdício pelos diferentes setores usuários (na irrigação, na indústria, na distribuição e no consumo residencial, por exemplo), [...] são medidas, entre outras, que devem ser priorizadas e fomentadas”. Diante disso, avaliar meios de como economizar água, como o deste artigo, torna-se um aspecto de suma relevância.

ECONOMIA DE CIMENTO

O cimento é um dos componentes estudados mais especificamente neste artigo devido ao seu custo mais elevado comparado com os outros materiais. Nesse sentido, a Tabela 5 apresenta os resultados de uma simulação computacional realizada para cinco anos na qual pretende-se verificar a economia de cimento com o uso dos resíduos de pneus. A variável “Cimento Utilizado” apresenta o total de cimento utilizado até o quinto ano, sem a mistura de borracha na sua composição. Já a variável “Cimento Total” é a que representa o composto de concreto com inserção dos resíduos na sua composição.

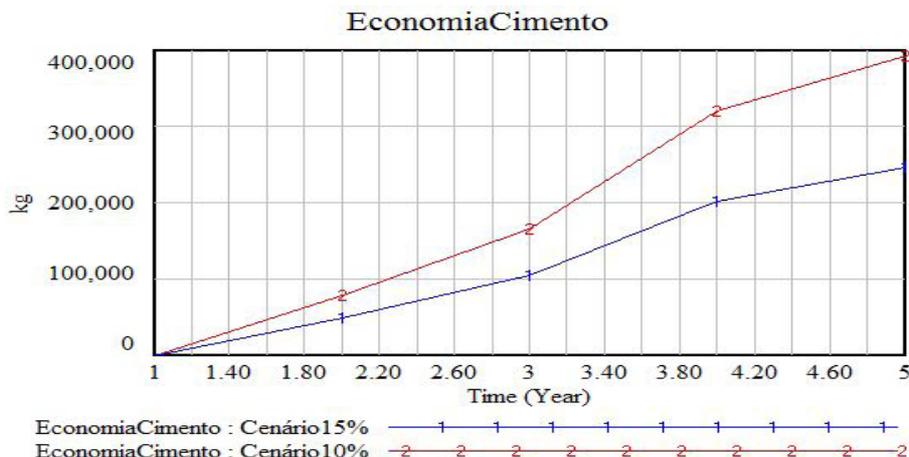
Tabela 5 – Projeção de economia de cimento para cinco anos

	Cimento Utilizado (Toneladas)	Cimento Total (Toneladas)
Cenário10%	6.912	5.955
Cenário15%	6.912	6.309

Fonte: Resultados do modelo (2015).

Para melhor visualização dessa simulação, elaborou-se a Figura 3.

Figura 3 – Economia de cimento durante cinco anos



Nota: os resultados da coluna vertical estão apresentados em milhares de quilogramas.

Fonte: Resultados do modelo (2015).

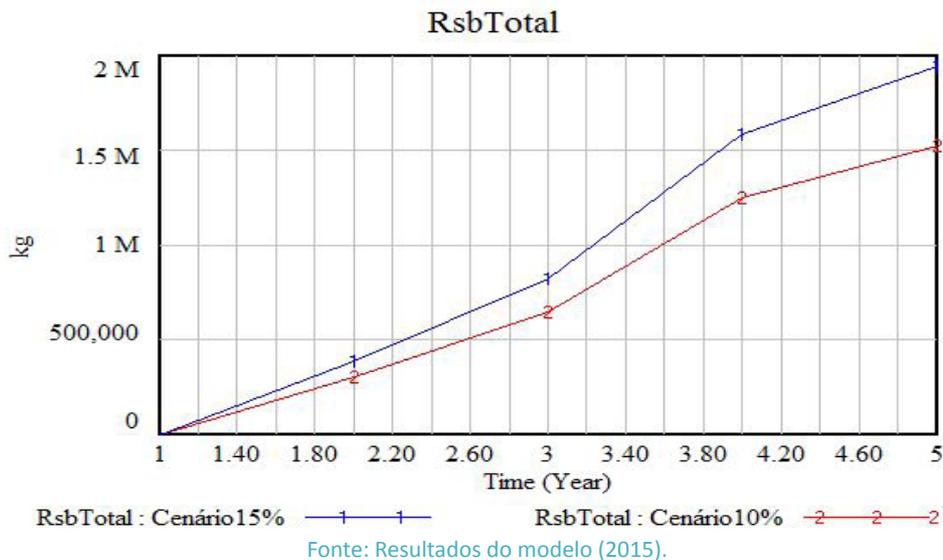
A Figura 3 permite visualizar que o cenário mais positivo é o cenário A que possui uma diferença de cerca de 13,84% entre o que seria utilizado no cenário com 0% de resíduos de pneus e o cenário com 10% (aproximadamente 397 toneladas). No cenário B, a diferença chega a 8,72% (aproximadamente 240 toneladas). Ressalta-se que o impacto desses resultados de economia de cimento não se dá somente em relação à redução de custos das obras, mas também em relação à energia e outros recursos gastos para a fabricação do cimento, bem como a questão da emissão de gases poluentes. De acordo com Wills e La Rovere (2013), as operações da indústria de cimento requerem grandes quantidades de energia e de matérias-primas, bem como de combustíveis fósseis, principalmente de carvão, óleo combustível e gás natural para os fornos. Segundo eles, a quantidade de energia necessária, por exemplo, varia conforme as diferentes tecnologias, mas, em geral, a demanda por eletricidade gira em torno de 20% de todo o consumo energético do empreendimento.

Além disso, no setor de construção civil, outro desafio a ser vencido no caso da quantidade de cimento utilizada em obras, consiste na redução da emissão de gases de efeito estufa emitidos na produção desse material. O processo de fabricação do cimento causa a emissão significativa de óxidos de nitrogênio (NOx), de dióxido de enxofre (SO₂) e, principalmente, de gás carbônico. Conforme estimativas do WBCSD (2009), a indústria de cimento gera aproximadamente 5% das emissões de gás carbônico do mundo. Aliado a isso, outra razão para a aplicação de práticas e métodos de economia de cimento é que, conforme cenários simulados por Szabo *et al.* (2006), as emissões globais de CO₂ pela indústria de cimento deve aumentar mais de 50% até o ano de 2030.

CONSUMO DE RESÍDUOS DE PNEUS

Finalizando os resultados, analisou-se a quantidade de resíduos de pneus que seria utilizada em ambos os cenários, caso ela fosse utilizada nas obras da instituição. A projeção foi realizada considerando a média de metros quadrados construídos de calçadas anualmente na instituição estudada. Na Figura 4 são exibidos os resultados para ambos os cenários.

Figura 4 – Proporção de uso dos resíduos de pneus durante cinco anos



A partir da análise da Figura 4, pode-se verificar que no cenário B, no qual há maior utilização de resíduos de pneus, há um consumo de 473 toneladas de resíduos, enquanto no cenário A esse consumo é de aproximadamente 372 toneladas, uma diferença de 21,35% (101 toneladas). Especificamente, esse resultado da quantidade de resíduos de pneus consumidos nas obras dessa simulação mostra o quanto essa prática ajudaria a retirar esse tipo de material da natureza.

Conforme discutido no referencial teórico, há uma necessidade de se criar formas e métodos de reutilização de pneus inservíveis. Nesse sentido, Kumaran, Mushule e Lakshmipathy (2008) também explicam que há uma necessidade de identificar pontos alternativos para utilizar pneus inservíveis, com ênfase na reciclagem do resíduo de pneu, e seu uso no concreto é uma excelente opção pois é um material estrutural considerado como essencial para a civilização moderna e para a sociedade humana. Além disso, no entendimento de Mavroulidou e Figueiredo (2010), essa prática tem a vantagem adicional de economizar os agregados naturais utilizados na produção de concreto que estão se tornando cada vez mais escassos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Encontrar maneiras de reduzir a quantidade de resíduos sólidos no mundo tem sido cada vez mais objeto de estudo de pesquisadores. A pesquisa acerca desse tema não se dá somente pelo fato dos resíduos gerarem poluição nos locais onde são colocados, mas também por poderem ser utilizados como componentes de outros produtos. Neste artigo, trabalhou-se especificamente com resíduos de borracha de pneus inservíveis e teve-se por objetivo elaborar um modelo de simulação computacional para avaliar os possíveis benefícios da reutilização de pneus para composição de blocos intertravados de concreto. Para atingir tal objetivo, elaborou-se um modelo que integra, de forma abrangente, os principais elementos constituintes dos blocos intertravados de concreto, são eles: cimento, água, areia e pedra (brita). Adicionalmente, integrou-se ao modelo os resíduos de pneus inservíveis em duas quantidades diferentes para simular as variações nos outros elementos mencionados.

Os resultados das simulações realizadas com o modelo denotam que há economias de água e cimento com a inserção de resíduos de pneus na constituição desses blocos. Na análise realizada sobre a economia de cimento, foi apontado o Cenário A como a melhor economia, chegando em uma economia de aproximadamente 197 toneladas de cimento no final do quinto ano. Para o comparativo realizado entre o uso de água, nota-se o Cenário B com uma economia de aproximadamente 70 mil de litros de água ao ano, chegando a um potencial de redução de aproximadamente 350 milhares de litros de água no final do quinto ano. Este mesmo Cenário apresenta uma economia de aproximadamente 40 toneladas de cimento ao ano, chegando em 240 toneladas no final do quinto ano.

A relevância disso não se limita apenas à criação de uma alternativa para a utilização mais consciente de água e cimento, mas também ao fato de se ter uma alternativa para o uso de pneus inservíveis para rodagem. A água, conforme descrito anteriormente, é um recurso que necessita ser cada vez mais racionalmente utilizado, visto que sua quantidade útil disponível diminui a cada ano. O cimento, além de ser um recurso de alto custo para as obras, emite grande quantidade de gases poluentes durante sua fabricação. Por fim, ao retirar pneus inservíveis de lixões e aterros, reduz-se a poluição e a contaminação de solos e água e, até mesmo, a geração de problemas, como a geração de terrenos férteis para proliferação de mosquitos e outras pragas.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUA – ANA. **Encarte Especial sobre a Crise Hídrica**. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos – SPR, Brasília – DF, 2014.

AKASAKI, J. L. Comportamento estrutural de lajes treliçadas com adição de resíduos de borracha de pneu. FAPESP: Edital Universal, 2007.

AMARI, T.; THEMELIS, N. J.; WERNICK, I. K. Resource recovery from used rubber tires. **Resources Policy**, v. 25, p. 179 – 188, 1999.

ANDRADE, H. S. **Pneus inservíveis: alternativas possíveis de reutilização**. Monografia submetida ao Departamento de Ciências Econômicas. Universidade Federal de Santa Catarina – Santa Catarina, SC, Brasil, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Manual de Pavimento Intertravado**: Passeio Público. Associação Brasileira de Cimento Portland – ABCP, São Paulo, 2010. 36p.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE PNEUMÁTICOS – ANIP. **Produção de pneus registra queda em 2014**. 2014. Disponível em: <http://www.anip.com.br/index.php?cont=detalhes_noticias&id_noticia=727&area=43&titulo_pagina=%DAltimas%20Not%EDcias>. Acesso em: 25 set. 2015.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE PNEUMÁTICOS – ANIP. **Dados de Produção**. 2010. Disponível em: <<http://www.anip.com.br/>>. Acesso em: 22 ago. 2015.

BARONI, M.; SPECHT, L. P.; PINHEIRO, R. J. B. Construção de estruturas de contenção utilizando pneus inservíveis: análise numérica e caso de obra. **Rem: Revista Escola de Minas**, v. 65, n. 4, p. 449-457, 2012.

CANOVA, J. A. *et al.* Comparative analysis of the properties of composite mortar with addition of rubber powder from worn tires. **Ambiente Construído**, v. 12, n. 1, p. 257-267, 2012.



CHAVES, G. L. D.; BATALHA, M. O. Os consumidores valorizam a coleta de embalagens recicláveis? Um estudo de caso da Logística Reversa em uma rede de hipermercados. **Gestão & Produção**, v. 13, n. 3, p. 432-424, 2006.

FIORITI, C. F.; AKASAKI, J. L. Fabricação de blocos estruturais de concreto com resíduos de borraça de pneus. *Holosenvironment*, v. 4, n. 2, p. 145 – 156, 2004.

FIORITI, C. F.; INO, A.; AKASAKI, J. L. Análise experimental de blocos intertravados de concreto com adição de resíduos do processo de recauchutagem de pneus. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 32, n. 3, p. 237-244, 2010.

FREITAS, S. S.; NÓBREGA, C. C. Os benefícios do coprocessamento de pneus inservíveis para a indústria cimenteira. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.19, n. 3, p. 293-300, 2014.

GANIRON Jr. T. U. Effects of Human Hair Additives in Compressive Strength of Asphalt Cement Mixture. **International Journal of Advanced Science and Technology**, v. 67, p. 11-22, 2014.

GUO, X. *et al.* Production of recycled cellulose fibers from waste paper via ultrasonic wave processing. **Journal of Applied Polymer Science**, v. 132, n. 19, p. 1-9, 2014.

HIROSE, S. Waste management technologies in Japanese cement industry – from manufacturing to ecofacturing. **Journal of Water and Environment Technology**, v. 2, n. 1, p. 31-36, 2004.

HUANG, B. *et al.* Investigation into waste tire rubber-filled concrete. **Journal of Materials in Civil Engineering**, v. 16, n. 3, 187-194, 2004.

JUSLI, E. *et al.* A Review of Double Layer Rubberized Concrete Paving Blocks. **Journal of Engineering Research and Technology**, v. 2, n. 2, p. 136-140, 2015.

KAMIMURA, E. **Potencial de utilização dos resíduos de borracha de pneus pela indústria da construção civil**. Florianópolis-SC. 128 p. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFSC, 2002.

KUMARAN, G. S.; MUSHULE, N.; LAKSHMIPATHY, M. A Review on Construction Technologies that Enables Environmental Protection: Rubberized Concrete. **American Journal of Engineering and Applied Science**, v. 1, n. 1, p. 40-44, 2008.

LAGARINHOS, C. A. F.; TENÓRIO, J. A. S. Tecnologias utilizadas para a reutilização, reciclagem e valorização energética de pneus no Brasil. **Polímeros**, v. 18, n. 2, p. 106-118, 2008.

LAGARINHOS, C. A. F.; TENÓRIO, J. A. S. Logística Reversa dos Pneus Usados no Brasil. **Polímeros**, v. 23, n. 1, p. 49-58, 2013.

LAW, A. M.; KELTON, W. D. **Simulation Modeling & Analysis**. 2nd ed. McGraw-Hill, 1991.

MACEDO, D. C. B.; TUBINO, R. M. C. Comportamento térmico e acústico de placas pré-moldadas com borracha de pneu. In: **Anais – Primeiro encontro nacional de pesquisa projeto produção em concreto pré-moldado**, São Carlos-SP, 2005;

MASCARENHAS, M. P.; SILVA W. A. C. Triple Bottom Line da Sustentabilidade: Uma análise em empresas nacionais produtoras de óleos e gordura. **Reunir**, v. 3, n 1, p. 62-79, 2013.

MASTRAL. A. M.; CALLEN. M. S.; GARCIA. T. Fluidized bed combustion (FBC) of fossil and nonfossil fuels. A comparative study. **Energy Fuel**, v. 14, p. 275–281, 2000.

MATTIOLI, L. M. L.; MONTEIRO, M. A.; FERREIRA, R. H. Plano de gerenciamento integrado de resíduos pneumáticos. **PGIRPN**, Belo Horizonte, 2009.

MAVROLIDOU, M.; FIGUEIREDO, J. Discarded tyre rubber as concrete aggregate: a possible outlet for used tyres. **Global Nest Journal**, v. 12, n. 4, p. 359-367, 2010.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – MME. **Agregados para Construção Civil – Perfil de brita para construção civil**. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral – SGM, Brasil, 2009.

NENO, C.; BRITO, J.; VEIGA, R. Using Fine Recycled Concrete Aggregate for Mortar Production. **Materials Research**, v. 17, n. 1, p. 168-177, 2014.

PEDRO, D.; BRITO, J.; VEIGA, R. Mortars Made with Fine Granulate from Shredded Tires. **Journal of Materials in Civil Engineering**, v. 25, p. 519-529, 2013.

PFALTZGRAFF, P. A. S. **Aspectos ambientais da lavra de areia, exemplo da área produtora do Rio São João**. Dissertação de Mestrado, Geologia de Engenharia Ambiental – Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 1994.

RECICLANIP. **Reciclanip Coletou e Destinou mais de 114,5 mil toneladas de Pneus Inservíveis no 1º trimestre de 2015**. 2015. Disponível em: <<http://www.reciclanip.org.br/v3/releases/reciclanip-coletou-e-destinou-mais-de-1145-mil-toneladas-de-pneus-inserviveis-no-1o-trimestre-de-2015/79/20150427/>>. Acessado em: 13 jul. 2015.

RESOLUÇÃO CONAMA Nº 258/1999 – **Determina que as empresas fabricantes e as importadoras de pneumáticos ficam obrigadas a coletar e dar destinação final ambientalmente adequadas aos pneus inservíveis**. – Data da legislação: 30/06/1999 – Publicação DOU nº 230, de 02/12/1999, p. 039

RUBBER MANUFACTURERS ASSOCIATION – RMA. **Scrap Tire Markets**. 2013. Disponível em: <<http://www.rma.org/scrap-tire/scrap-tire-markets/>>. Acesso em: 15 set. 2015.

SANDRONI, M.; PACHECO, E. B. A. V. **O destino dos pneus inservíveis**. UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro, NIED – Núcleo Interdisciplinar de Estudos Ambientais e Desenvolvimento, 2006.

SANTOS, A. C. **Avaliação do comportamento do concreto com adição de borracha obtida a partir da reciclagem de pneus com aplicação em placas pré-moldadas**. Maceió-AL. 135 p. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Alagoas, 2005.

SILVA, L. M.; MEDEIROS, F. A.; CORDEIRO, N. R. Avaliação de impacto ambiental na atividade de extração de areia do Engenho Baité – Barreiros – PE. **Anais...** 3º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente, Bento Gonçalves – RS, Brasil, 2012.

SZABO, L. *et al.* CO2 emission trading within the European Union and Annex B countries: the cement industry case. **Energy Policy**, n. 34, p. 72–87, 2006.

TOPÇU, I. B.; DEMIR, A. Durability of Rubberized Mortar and Concrete. **Journal of Materials in Civil Engineering**, v.19, p. 173-178, 2007.

UYGUNOGLU, T.; TOPÇU, I. B. The role of scrap rubber particles on the drying shrinkage e mechanical properties of self-consolidating mortars. **Construction and Building Materials**, v. 24, n. 7, p. 1141-1150, 2010.

VENSIM – VENTANA SIMULATIONS. **Vensim simulation software**. 2014. Disponível em: <<http://www.vensim.com>>, 2014. Acessado em: Dez. 2014.



VICTORINO, C. J. A. [Org.] **Planeta água morrendo de sede**. Porto Alegre: Edipucrs, 231 p, 2007.

XIAO, F.; AMIRKHANIAN, S. N.; JUANG, C. H. Rutting resistance of rubberized asphalt concrete pavements containing reclaimed asphalt pavement mixtures. **ASCE Journal of Materials in Civil Engineering**, v. 19, n. 6, p. 475-483, 2007.

WILLS, W.; LA ROVERE, E. L. **Estudo 61: Indústria de Cimento**. Projeto Perspectiva dos Investimentos Sociais no Brasil. CEDEPLAR, UFMG, Belo Horizonte, 2011.

WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT – WBCSD. **Cement Industry Energy and CO2 Performance: Getting the Numbers Right**. The Cement Sustainability Initiative. 2009. Disponível em: <www.wbcd.org>. Acesso em: 07 dez. 2015.

Compósitos a partir de materiais de fontes renováveis como alternativa para o desenvolvimento de produtos

Composites from renewable sources as an alternative for product development

Eliana Paula Calegari*
Branca Freitas de Oliveira**

*Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Design & Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.
End. Eletrônico: elianapaulac@gmail.com

**Professora do Programa de Pós-Graduação em Design & Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.
End. Eletrônico: branca@ufrgs.br

doi:10.18472/SustDeb.v7n1.2016.17623

Recebido em 02.02.2016

Aceito em 28.03.2016

ARTIGO - VARIA

RESUMO

A preocupação ambiental tem gerado interesse na pesquisa de novos materiais que estejam alinhados com os princípios da sustentabilidade. Entre esses materiais, atualmente, encontram-se os compósitos produzidos a partir de recursos de fontes renováveis. Este artigo apresenta os resultados de um estudo de caso acerca de produtos em que são empregados os referidos compósitos. Realizou-se uma pesquisa na rede mundial de computadores usando a ferramenta de buscas google sobre produtos fabricados com esses compósitos e comparou-se com produtos fabricados a partir de materiais usualmente utilizados na indústria, tais como polímeros, metais e cerâmicas. Constatou-se que os compósitos feitos a partir de fontes renováveis estão sendo, principalmente, aplicados em embalagens, na produção de ferramentas para jardinagem e vasos para plantas. Dessa forma, observou-se que os referidos compósitos podem substituir materiais comumente empregados na indústria atendendo aos requisitos funcionais e estéticos demandados na confecção desses produtos.

Palavras-chave: Compósitos. Materiais de fontes renováveis. Design de produto.



ABSTRACT

Environmental concern has generated interest in research about new materials aligned with the principles of sustainability. Currently, among these materials are the composites made from renewable resources. This article presents the results of a case study about products containing the mentioned composites. A search was performed on the World Wide Web, using the Google search engine, about products made with these composites. They were compared with products made from materials commonly used in industry, such as polymers, metals and ceramics. It was found that composites made from renewable sources are used mainly in packages and in the production of gardening tools and plant pots. The finding is that such composites can replace commonly used materials, meeting functional and aesthetic requirements of industrial producers.

Keywords: Composites. Renewable materials. Product design.

1 INTRODUÇÃO

As consequências do que inventamos, projetamos, fazemos, compramos e usamos podem resultar em poluição e demais problemas ambientais. Assim, percebe-se a urgência na investigação de soluções viáveis que tenham potencial para reduzir a degradação ambiental. Papanek (2002) afirma que, diante das mudanças catastróficas que provocamos na natureza, é fundamental que designers, arquitetos, engenheiros e outros profissionais contribuam para a busca de soluções para essa problemática. Cândido (2011) destaca que o design de produto vem passando por mudanças profundas no processo de desenvolvimento de produtos nos últimos anos, que transpassa a questão do produto ser esteticamente agradável, funcional e ter uma estrutura bem resolvida; a aplicação do fator ambiental vem sendo imposta como requisito de projeto.

Carvalho (2011) aponta que as preocupações com as questões ecológicas têm gerado interesse na utilização de materiais oriundos de fontes renováveis, que sejam sustentáveis, ou ainda, que possam ser compostados. Vilaplana *et al.* (2010) salientam que uma das estratégias para minimizar a poluição provocada por materiais sintéticos é a utilização de materiais de base biológica, como os polímeros e os compósitos que são derivados de fontes renováveis, propiciando o desenvolvimento de materiais que podem ser facilmente degradados ou assimilados pela natureza.

Neste trabalho foi realizado um estudo de caso a partir de produtos em que são empregados compósitos provenientes de fontes renováveis. O estudo iniciou com uma pesquisa na rede mundial de computadores usando a ferramenta de buscas google sobre produtos fabricados com esses compósitos, em português e inglês, no período de outubro e novembro de 2015. Foram utilizadas as seguintes palavras-chave: produtos e compósitos sustentáveis, aplicação de compósitos de fontes renováveis, design de produto e compósitos sustentáveis. Na sequência, foram pesquisados os produtos similares na rede mundial de computadores usando a ferramenta de buscas google a partir do nome dos produtos a fim de analisar quais os tipos de materiais que são, geralmente, empregados nesses produtos. Dessa forma, foi possível verificar se existem produtos fabricados em compósitos de fontes renováveis, quais são esses produtos e quais os materiais que estão substituindo. Ainda, foram analisados aspectos referentes à funcionalidade, estética e durabilidade nos produtos em compósitos e nos similares em materiais usualmente utilizados pela indústria.

2 COMPÓSITOS À BASE DE MATERIAIS DE FONTES RENOVÁVEIS

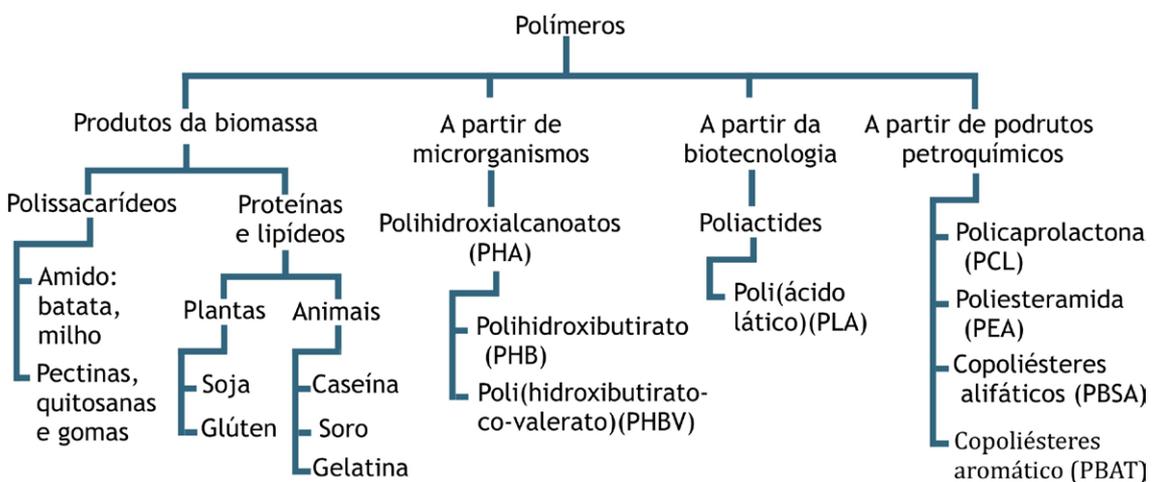
Conforme a Norma American Society for Testing and Materials (ASTM D3878 – 95), a definição de material compósito consiste em uma substância constituída de dois ou mais materiais, insolúveis entre si, que são combinados para formar um material com certas propriedades que não se encontram nos materiais isoladamente. Neto e Pardini (2006) esclarecem que os materiais que constituem o compósito são chamados de fases, sendo que uma delas é descontínua, denominada de reforço, sendo responsável por fornecer resistência ao esforço e a outra fase é contínua, chamada de matriz, correspondendo ao meio de transferência desse esforço. Dessa forma, as propriedades dos compósitos são influenciadas pelas propriedades dos materiais das fases constituintes, pela distribuição e interação entre o reforço e a matriz. Assim, a finalidade da combinação dos materiais é promover características específicas para o compósito dependendo da aplicação.

Os compósitos são constituídos por diversos tipos de materiais, em que, tanto a matriz e/ou o reforço podem ser de origem sintética e/ou natural. Atualmente, os materiais de fontes renováveis estão sendo bastante utilizados no desenvolvimento de compósitos. Segundo Vilaplana *et al.* (2010), durante as duas últimas décadas, o interesse na investigação de polímeros e compósitos de fonte renovável tem crescido como resultado da preocupação ambiental e do esgotamento dos recursos fósseis, como pode ser demonstrado pelo número exponencialmente crescente de patentes e publicações sobre esses materiais.

POLÍMEROS DE FONTES RENOVÁVEIS COMO MATERIAIS DA MATRIZ

Segundo a Norma ASTM D883-99, polímeros de fontes renováveis são plásticos que podem ser convertidos em gás carbônico, metano e componentes celulares microbianos, entre outros produtos, quando em presença de microrganismos de origem natural tais como bactérias, fungos e algas. Formolo *et al.* (2003) afirmam que esses polímeros estão despertando grande interesse de pesquisadores pelo fato de serem projetados para degradarem no solo pela ação de organismos vivos em poucos meses. Avérous e Boquillon (2004) classificaram os polímeros de fontes renováveis em três famílias, como mostra a Figura 1.

Figura 1 – Classificação de polímeros de fonte renovável.



Fonte: Adaptado de Avérous e Boquillon (2004).

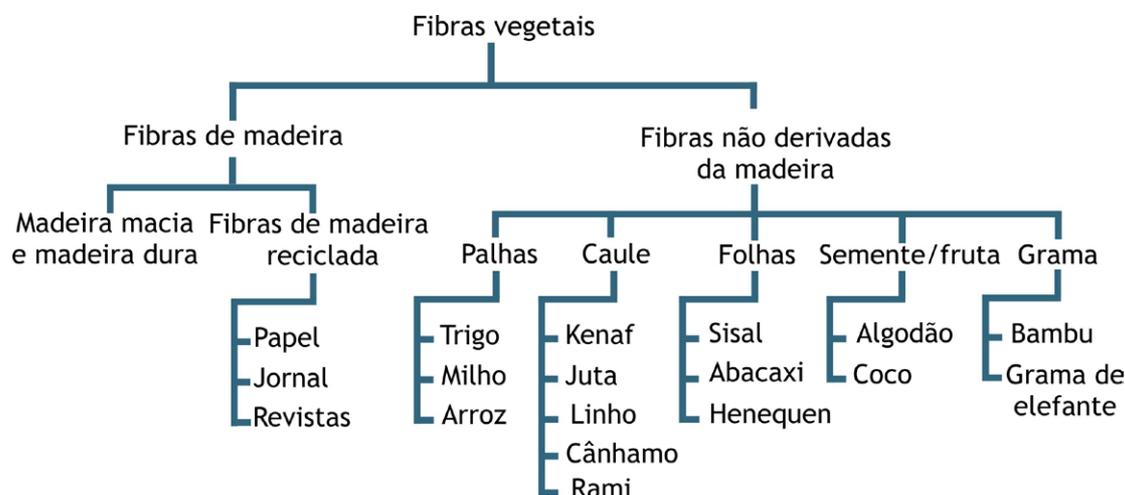
Conforme Silva (2009), a maioria desses polímeros está disponível comercialmente, facilitando o desenvolvimento de compósitos oriundos de recursos renováveis. O mercado de polímeros de fontes renováveis no Brasil, segundo Brito *et al.* (2011), é incipiente, entretanto, espera-se a produção em larga escala, pois o País possui grande potencial de cultivo de biomassa. As principais dificuldades no mercado brasileiro são a baixa consciência na utilização desses materiais, o alto custo e o baixo desempenho comparada ao dos polímeros convencionais.

FIBRAS NATURAIS COMO MATERIAIS DE REFORÇO

Com o objetivo de melhorar as propriedades mecânicas dos polímeros provenientes de recursos renováveis e reduzir o custo de produção, são incorporadas fibras vegetais nesses materiais (MACEDO, 2010). Morais e Caraschi (2015) citam o exemplo do polímero polihidroxibutirato (PHB), que apresenta boas propriedades mecânicas, porém, é duro e quebradiço, o que limita suas aplicações. Suas propriedades podem ser melhoradas pela incorporação de reforços, como as fibras e os resíduos lignocelulósicos, assim, as fibras podem melhorar a rigidez e a resistência mecânica dessa matriz (VILAPLANA *et al.*, 2010).

Para Gurunathan *et al.* (2015) as fibras naturais podem ser classificadas com base na sua origem, que pode ser: vegetal, animal ou mineral. As fibras vegetais são as mais utilizadas como reforços em compósitos podendo ser provenientes da madeira ou não, sendo seus principais componentes a celulose, a hemicelulose, a lignina, as pectinas e as ceras. As fibras de madeira podem ser extraídas de madeiras macias ou duras ou ainda podem ser recicladas. As fibras não derivadas de madeira podem ser extraídas de diversas partes das plantas, como ilustrado na Figura 2.

Figura 2 – Classificação das fibras naturais.



Fonte: Mohanty *et al.* (2005).

Conforme Rowell *et al.* (1997), as fibras vegetais mais utilizadas como material de reforço em compósitos poliméricos são as fibras de sisal, coco, juta e banana, além de fibras de madeira, bagaço de cana-de-açúcar e bambu. Para Monteiro *et al.* (2006), muitas fibras para compósitos são regularmente cultivadas, como o algodão, o linho, o cânhamo, o rami, o sisal e a juta; outras são o subproduto de plantas com a finalidade para alimentação, como o bagaço de cana-de-açúcar, a casca do coco, o caule da bananeira, a casca de arroz e a palha do milho.

Scandola (2011) expõe que uma abordagem interessante para a preservação da terra é a extração de fibras a partir de resíduos agrícolas. A utilização de subprodutos agrícolas, como uma fonte de fibras naturais, ajuda na preservação da terra e dos recursos naturais necessários para o cultivo de novas fibras, assim, é benéfica para a agricultura e contribui para solucionar o problema da eliminação dos resíduos agrícolas. Conforme Machado *et al.* (2010), no Brasil, há uma grande variedade de fibras vegetais devido à biodiversidade existente no território do País, como: sisal, coco, juta, curauá, fibra de bagaço de cana-de-açúcar e outras, com diferentes propriedades químicas e físicas. Na Figura 3 é possível visualizar as fibras brasileiras que possuem potencial para serem utilizadas como reforço em compósitos.

Figura 3 – Fibras brasileiras utilizadas no desenvolvimento de compósitos: A) Bagaço de cana-de-açúcar, B) Juta, C) Curauá, D) Bananeira, E) Carnaúba, F) Sisal, G) Coco, H) Palha de arroz, I) Palha de milho e J) Palha de trigo.



Fonte: Machado *et al.* (2010), Matéria Brasil (2015).

Outras vantagens na utilização de fibras vegetais em compósitos incluem baixo custo, atóxica, baixa densidade, menor abrasão comparada às fibras sintéticas e baixo consumo de energia na sua produção (MOHANTY *et al.*, 2000). No que diz respeito às desvantagens das fibras vegetais, Scandola (2011) afirma que a principal é a variabilidade nas propriedades mecânicas, como consequência da variação da idade da planta, da área geográfica, das condições climáticas e dos métodos de colheita. Outra potencial desvantagem das fibras vegetais é a elevada absorção de água que ocorre devido aos grupos hidroxila da celulose, o que pode ocasionar baixa adesão entre as fibras e a matriz. Assim, durante o processamento de compósitos, é importante realizar a secagem das fibras.

O PROCESSAMENTO E A CARACTERIZAÇÃO DE COMPÓSITOS DE FONTES RENOVÁVEIS

Para Satyanarayana (2010), os fatores necessários para a produção de compósitos incluem a seleção das fibras vegetais e da matriz, os tratamentos adequados na superfície das fibras visando à redução da sensibilidade à umidade e a maior aderência entre as fibras e a matriz, e as técnicas de fabricação, preferencialmente, de baixo custo.

Após esse processo inicial de preparação dos materiais da matriz e do reforço, estes são misturados e conformados. Os compósitos são fabricados a partir de tecnologia tradicional, como a extrusão, injeção e moldagem por compressão (FARUK *et al.*, 2012). As diferentes técnicas de processamentos para a obtenção de compósitos resultam em diferentes propriedades, as quais influenciam no desempenho desses materiais.

Após o processamento, os compósitos podem ser caracterizados para verificar o seu comportamento diante da umidade, de forças mecânicas, da degradação e de outros fatores. Calegari (2013) realizou um levantamento de trabalhos na literatura que visam o desenvolvimento e a caracterização de compósitos provenientes de fontes renováveis, e foi constatado que as propriedades mecânicas de tração e de impacto são as mais comumente investigadas. Nesses trabalhos, a caracterização, geralmente, visa à comparação das propriedades de compósitos com diferentes quantidades de reforço, os tratamentos superficiais nas fibras vegetais, plastificantes utilizados na matriz e diferentes técnicas de processamento. Além disso, em alguns trabalhos, foi verificada a adesão entre a fibra e a matriz via Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), a absorção de água e a biodegradabilidade.

Em relação à absorção de água, os efeitos resultantes podem contribuir para a perda de compatibilização entre as fibras e a matriz, o que pode provocar enfraquecimento da adesão interfacial. Assim, a análise da absorção de água, os seus efeitos degradativos e as diferentes formas de minimizá-los durante a vida útil, constituem as principais áreas de foco de pesquisa na elaboração de compósitos provenientes de materiais de fontes renováveis.

3 APLICAÇÕES DE COMPÓSITOS DE FONTES RENOVÁVEIS

A partir de uma busca na rede mundial de computadores, na ferramenta de buscas google, constatou-se que existem produtos em que são empregados compósitos fabricados com materiais de fontes renováveis, no entanto, o desenvolvimento desses materiais é recente. Na Figura 4, são apresentados os produtos que foram encontrados na referida busca.

Figura 4 – A) Embalagens para frutas, B) Embalagem para ovos, C) Embalagem para ovos, D) Ferramentas temporárias, E) Linha de acessórios descartáveis para uso na jardinagem, F) Vasos para plantas, G) Vasos para mudas de plantas.



Fonte: Matéria Brasil (2015), CPT (2015), Design magazine & Resource (2015), Eberspacher (2011), Takeidea (2015), Ecodesenvolvimento (2015).

Verificou-se que existem produtos em que são empregados compósitos de fontes renováveis, como as embalagens para frutas e ovos desenvolvidas por Natalia Chaves e Manuela Yamada (Figuras 4A e 4B), produzidas à base de fibra de coco e amido de mandioca e divulgadas no site Matéria Brasil. Outro exemplo de embalagem para ovos produzida com compósitos é a desenvolvida por uma empresa holandesa, que é confeccionada a partir da fibra de coco e borracha natural (Figura 4C).

Também foram encontrados produtos para jardinagem como as “Ferramentas Temporárias” desenvolvidas por uma estudante de design da Universidade de Michigan (Figura 4D), que consiste em uma linha de ferramentas para jardinagem composta por um espeto de marshmallows, uma espátula e uma pá. Outro exemplo é o kit de produtos para jardinagem criado pela designer chilena Genoveva Cifuentes (Figura 4E). Ainda em relação a produtos voltados para jardinagem, o designer Cristián Arismendi criou a coleção Loé Pots (Figura 4F), que consiste em vasos de musgo esfagno e fibra de coco. A empresa Florestas Inteligentes cultiva e comercializa mudas de plantas, e as acondiciona em embalagens feitas de compósito à base de casca de arroz e celulose (Figura 4G).

ANÁLISE DOS PRODUTOS

Embalagens para frutas

As embalagens para frutas fabricadas em compósito são desenvolvidas a partir de materiais de fontes renováveis, tendo a fibra de coco como reforço e o amido de mandioca como material da matriz. Em relação ao produto similar, encontrou-se no mercado embalagens para frutas poliméricas em poliestireno ou polipropileno, e outra com bandeja em poliestireno expandido (isopor) e filme de policloreto de vinila, como pode ser observado no Quadro 1.

Quadro 1 – Embalagens para frutas.

Embalagens para frutas	
Produto em compósito	Material
	Fibra de coco e amido de mandioca.
Produto similar	Material
	Poliestireno (PS) ou polipropileno (PP).
	Bandeja em poliestireno expandido (isopor) e filme de policloreto de vinila (PVC).

Fonte: Matéria Brasil (2015), Infobios (2015).

No que diz respeito às embalagens para frutas em compósitos, foram desenvolvidas a partir do conceito dos ninhos de aves, assim, visam à proteção e ao amortecimento que podem reduzir as perdas durante o transporte. O material das embalagens possui rápida degradação e baixa tecnologia empregada no seu processo produtivo, o que é interessante para a produção artesanal desses produtos. O processo de fabricação consiste na prensagem a frio dos materiais, com posterior secagem em ambiente aquecido. Desse modo, possui matéria-prima reutilizável, a cadeia produtiva é regional e é compostável (MATÉRIA BRASIL, 2015).

Já as embalagens poliméricas são desenvolvidas a partir de fontes petrolíferas, considerados materiais não renováveis quando comparados com materiais provenientes de plantas que possuem renovabilidade em um curto período. As embalagens de poliestireno ou polipropileno são confeccionadas por meio do processo de fabricação por termoformação que exige maquinário específico, sendo o processo mais caro do que a prensagem a frio para a produção das embalagens em compósitos. Em relação ao descarte das embalagens, podem-se considerar, a partir da matéria-prima, que as de compósitos, provavelmente, terão a degradação em menor tempo comparada às embalagens poliméricas.

Em relação à funcionalidade, ambas as embalagens, em compósitos e poliméricas, cumprem a função de conter e proteger. No entanto, no quesito proteção relacionado ao transporte, as embalagens em compósito podem ser mais adequadas pelo fato de que foram projetadas para tal função. No que diz respeito à estética, as embalagens em compósito remetem ao natural, pela cor marrom e as fibras de coco aparentes, com estilo rústico, e possuem formato diferenciado. Já as embalagens em polímero são comuns, porém, a vantagem é que a embalagem é transparente, tornando possível o consumidor observar o produto antes da compra.

A durabilidade das embalagens poliméricas provavelmente é maior do que as de compósito de materiais naturais. Contudo, as embalagens de compósitos possuem a vantagem de serem produzidas com materiais naturais e, após o descarte, degradam-se em um curto período, quando comparado com as poliméricas. Geralmente, as embalagens são descartadas após o uso do produto, assim, o período de degradação torna-se mais importante do que o tempo de vida útil da embalagem.

Embalagens para ovos

As embalagens para ovos em compósitos são produzidas a partir de materiais de fontes renováveis como a fibra de coco e o amido de mandioca, e outra de fibra de coco e borracha natural. Em relação ao produto similar, encontrou-se no mercado embalagens para ovos em papelão, poliestireno expandido (isopor) e poliestireno, como pode ser observado no Quadro 2.

Quadro 2 – Embalagens para ovos.

Embalagens para ovos	
Produto em compósito	Material
	Fibra de coco e amido de mandioca.
	Fibra de coco e borracha natural.
Produto similar	Material
	Papelão
	Poliestireno expandido (isopor)
	Poliestireno (PS)

Fonte: Matéria Brasil (2015), CPT (2015), Huevosinmaculada (2015).

A embalagem de fibra de coco e amido de mandioca faz parte da linha de produtos da embalagem para frutas, apresentada anteriormente. A embalagem para ovos também foi desenvolvida a partir do conceito de ninhos de aves, que visa proteção e o amortecimento durante o transporte. A embalagem de fibra de coco e borracha natural foi desenvolvida por uma empresa holandesa, com o objetivo de substituir as embalagens fabricadas com papelão, plástico e isopor, já que muitas destas não são recicladas ou reaproveitadas (CPT, 2015).

No que diz respeito aos produtos similares encontrados no mercado, existem embalagens para ovos em papelão, poliestireno expandido (isopor) e de poliestireno. Cabe destacar que as embalagens confeccionadas em papelão são as mais próximas às embalagens de compósitos de fontes renováveis, pois o papel também é proveniente de fontes renováveis, e o papelão pode ser reciclado para a produção de novos produtos ou até mesmo para novas embalagens para ovos. Já em relação às embalagens poliméricas, em termos ambientais, o uso de compósitos de fontes renováveis é mais apropriado, que além de ser de fonte renovável é utilizado resíduo, como é o caso da fibra de coco.

Em relação à funcionalidade, aparentemente, todas as embalagens cumprem esse aspecto. Já em relação à estética, a embalagem de compósito é bastante diferenciada das demais pelo estilo rústico que remete à natureza. No que diz respeito à durabilidade, as embalagens de compósito e papelão, provavelmente, possuem menor durabilidade, o que pode ser interessante para o fim de vida, já que as embalagens são descartadas após o uso.

Produtos para jardinagem

Foram encontrados produtos para jardinagem em compósitos como as ferramentas e vasos para plantas. As ferramentas são produzidas a partir de uma cola à base de gelatina e serragem. Em relação ao produto similar, encontrou-se no mercado ferramentas para jardinagem em alumínio e cabo em madeira, e outra em polipropileno como pode ser observado no Quadro 3.

Quadro 3 – Ferramentas para jardinagem.

Ferramentas para jardinagem	
Produto em compósito	Material
	Cola à base de gelatina e serragem.
Produto similar	Material
	Alumínio e cabo em madeira.
	Polipropileno (PP)

Fonte: Design magazine & Resource (2015), Tramontina (2015).

Em relação às ferramentas em compósito, podem ser montadas usando um galho; as ferramentas duram cerca de 8 meses e durante sua degradação liberam sementes de flores. O material das ferramentas consiste em um compósito constituído por cola à base de gelatina e serragem, que resulta em uma mistura de madeira líquida. O objetivo ao criar essa linha de ferramentas foi despertar a discussão sobre o ciclo de vida dos objetos, a quantidade de lixo gerada e acumulada no meio ambiente, e o papel do design em amenizar os problemas causados pelo consumo (DESIGN MAGAZINE & RESOURCE, 2015).

No que diz respeito aos produtos similares encontrados no mercado, tem-se as ferramentas de alumínio e cabo em madeira e outras em polipropileno. O alumínio é um material que pode ser reciclado diversas vezes; a madeira é um material de fonte renovável (CALLISTER, 2006). Em relação às ferramentas em polipropileno, de acordo com Lesko (2004), esse polímero faz parte da classificação dos polímeros termoplásticos, devido ao fato do material amolecer e fundir quando aquecido e resfriar rapidamente. Em função desse comportamento, o polipropileno pode ser moldado por injeção, o que também favorece a reciclagem do material, contudo, esse processo demanda gastos energéticos e resíduos que na maioria das vezes são eliminados no meio ambiente.

O polipropileno possui uma ampla gama de aplicações em objetos do cotidiano. Assim, ele pode ser considerado um material prático, tanto por questões relativas ao processo de fabricação, por ser facilmente conformado, quanto a questões de durabilidade, qualidade no acabamento, permite pigmentação, possui boa resistência e é de fácil limpeza. No entanto, esse polímero demora em média 100 anos para decompor-se na natureza (CALLISTER, 2006).

As ferramentas para jardinagem, diferentemente das embalagens, não são produtos descartáveis, e precisam ser fabricadas com material durável e que seja compatível com o uso, pois possuem a função, principalmente, de cavar, revolver e recolher a terra, assim, há a necessidade de materiais resistentes. Em relação às ferramentas em compósito, esse material pode limitar a funcionalidade e a durabilidade. No entanto, como relatado, o projeto desse produto é conceitual com o objetivo de despertar a reflexão sobre o ciclo de vida dos produtos.

Em relação aos vasos para plantas, foram encontrados diversos modelos em distintos materiais de reforço e matriz dos compósitos. Esses vasos para plantas são produzidos a partir de caroço de ameixa, musgo esfagno e fibra de coco, casca de arroz e celulose. Em relação ao produto similar, encontrou-se no mercado em polipropileno e cerâmica como podem ser observados no Quadro 4.



Quadro 4 – Vasos para plantas.

Vasos para plantas	
Produto em compósito	Material
	Caroço de ameixa.
	Musgo esfagno e fibra de coco.
	Casca de arroz e celulose.
Produto similar	Material
	Polipropileno (PP)
	Cerâmica

Fonte: Eberspacher (2011), Takeidea (2015), Ecodesenvolvimento (2015), Ecovaso (2015), Tirol Plantas (2015).

O projeto de vasos para jardinagem a partir de caroço de ameixas foi desenvolvido pela designer chilena Genoveva Cifuentes. A partir da constatação de que seu país era o segundo maior exportador de ameixas desidratadas do mundo e que os caroços, retirados do processo de seleção, eram descartados, a designer desenvolveu uma pesquisa de materiais para a elaboração de uma linha de acessórios descartáveis para uso na jardinagem. De acordo com a designer, o material é biodegradável e pode ser plantado junto com as sementes e mudas, além disso, é re-

sistente ao transporte e foi aplicado em diferentes modelos de vasos e placas para identificação das plantas (EBERSPACHER, 2015).

Outro designer chileno, Cristián Arismendi, criou a coleção Loé Pots, que consiste em vasos de musgo esfagno, matéria-prima abundante no Chile, e fibra de coco. As características do musgo permitem que os vasos tenham a capacidade de absorver e reter água, mantendo a umidade constante no interior do recipiente, retardando o período para regar a planta (TAKEIDEA, 2015).

A empresa Florestas Inteligentes cultiva e comercializa mudas de plantas, e as acondiciona em embalagens feitas de compósito à base de casca de arroz e celulose. A embalagem é permeável e conforme a planta cresce ela é inserida junto com a embalagem em outra com maior capacidade, e aos poucos a embalagem menor se decompõe (ECODESENVOLVIMENTO, 2015).

Em relação aos vasos para plantas produzidos com polipropileno, conforme o fabricante, são confeccionados pelo método da injeção. As características desse material já foram relatadas na análise dos materiais das ferramentas para jardinagem. No que diz respeito aos vasos em cerâmica, a matéria-prima básica é a argila sendo trabalhada no torno para a confecção dos vasos (LIMA, 2006).

Em termos de funcionalidade, ambos os vasos de compósitos, polipropileno e de cerâmica, cumprem a função principal do produto, que é conter as plantas. Sendo que o vaso de casca de arroz e celulose pode ser plantado junto com a planta e integrar-se com o solo. Em relação à estética, os vasos de compósitos possuem aparência diferenciada que depende do material com o qual são produzidos, em geral, remetem ao estilo rústico pela coloração em tons de marrom. A questão da durabilidade, provavelmente, os vasos em polímero e cerâmica são mais duráveis, no entanto, quando se trabalha com o conceito de colocar o vaso junto com a planta na terra, como é o caso do plantio de mudas, os vasos em compósitos provenientes de fontes renováveis são mais adequados.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho constatou-se que estão sendo desenvolvidos e aplicados compósitos provenientes de fontes renováveis em bens de consumo. O desenvolvimento de compósitos à base de materiais de fontes renováveis centra-se no uso de polímeros provenientes de materiais da biomassa, como o amido de milho, o trigo, a batata, a mandioca, a partir de microrganismos e da biotecnologia, como material da matriz. Já para compor o reforço, são utilizadas, principalmente, fibras vegetais. O processamento desses compósitos é realizado por meio de tecnologia tradicional, como a moldagem por compressão, extrusão e injeção.

As vantagens desses compósitos residem no fato de que são provenientes de recursos renováveis, podem degradar-se no meio ambiente em um período menor de tempo em relação aos materiais de origem petroquímica. No entanto, apresentam certas limitações, como baixo desempenho mecânico e a sensibilidade à umidade, o que não inviabiliza o seu uso em produtos, na medida em que podem ser empregados em aplicações que estejam de acordo com as características desses materiais. Como é o caso dos produtos apresentados neste trabalho, a exemplo das embalagens e utensílios para jardinagem.

Em relação às aplicações, foram encontradas embalagens para frutas e ovos, ferramentas para jardinagem e vasos para plantas em compósitos. Na análise realizada a partir da comparação desses produtos com similares em materiais tradicionalmente utilizados pela indústria, consta-



tou-se que são funcionais, possuem estética diferenciada, relacionada principalmente ao estilo rústico e remetendo ao natural. Em relação à durabilidade, provavelmente, os produtos em compósitos são menos duráveis, o que pode ser interessante para embalagens. Por fim, verificou-se que os compósitos de fontes renováveis estão substituindo polímeros provenientes do petróleo.

Dessa forma, os compósitos, derivados de materiais de recursos renováveis, são interessantes do ponto de vista ecológico. No entanto, as características que os tornam menos agressivos ao meio ambiente podem restringir suas aplicações por terem resistência mecânica limitada e sensibilidade à umidade. Portanto, o emprego desses compósitos precisa estar alinhado com o tipo de aplicação e suas características. A comunidade acadêmica está realizando esforços para contornar esses problemas, e assim ampliar as oportunidades de aplicações dos referidos compósitos.

Portanto, os compósitos provenientes de recursos renováveis são um novo conceito em materiais, que parte da combinação de materiais, principalmente vegetais, ocasionando assim, um menor tempo de degradação e deposição em aterros sanitários. Dessa forma, esses materiais são uma alternativa para o design de produtos que visam o cuidado com o meio ambiente.

REFERÊNCIAS

AVÉROUS, L.; BOQUILLON, N. **Biocomposites based on plastificized starch**: thermal and mechanical behaviours. *Carbohydrate Polymers*, v. 52, p. 111-122, 2004.

BRITO, G. F. *et al.* **Biopolímeros, Polímeros Biodegradáveis e Polímeros Verdes**. *Revista Eletrônica de Materiais e Processos*, v. 6.2, 127-13, 2011.

CALEGARI, E. P. **Estudo da aplicação de compósitos biodegradáveis à base de biopolímero e fibras de curauá no design de produto**. Mestrado (Dissertação). Programa de Pós-Graduação em Design com ênfase em Design e Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

CALLISTER, W. D. **Ciência e Engenharia de Materiais**: uma introdução. São Paulo: LTC, 2006.

CÂNDIDO, L. H. A. **Estudo do ciclo de reciclagem de materiais em blendas acrilonitrila-butadieno-estireno/polycarbonato**. Doutorado (Tese). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

CARVALHO, L. F. M. **Tratamentos de fibras de carnaúba [copernicia prunífera (miller) H. E. moore] para o desenvolvimento de compósito biodegradável com matriz de polihidroxibutirato**. Doutorado (Tese). Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, UFRN. Natal, 2011.

CPT. **Embalagem ecológica é novidade na comercialização de ovos**. Disponível em: < <http://www.cpt.com.br/noticias/embalagem-ecologica-novidade-comercializacao-ovos>> Acesso em: 12 jul. 2015.

DESIGN MAGAZINE & RESOURCE. **Student spotlight**: Hannah Dow's biodegradable temp tools. Disponível em: <http://www.core77.com/blog/sustainable-design/student_spotlight_hannah_dows_biodegradable_temp_tools_24720.asp> Acesso em: 10 nov. 2015.

EBERSPACHER, G. **Designer cria embalagens biodegradáveis com caroço de ameixa: Embalagens são indicadas para produtos relacionados à jardinagem.** 2013. Disponível em: <<http://atitudesustentavel.com.br/blog/2011/11/21/designer-cria-embalagens-biodegradaveis-com-caroco-de-ameixa/>> Acesso em: 10 jul. 2015.

ECODESENVOLVIMENTO. **Projeto une recuperação ambiental e inclusão social.** 2011. Disponível em: <<http://www.ecodesenvolvimento.org/posts/2011/setembro/florestas-inteligentes#ix-zz1YQ6f1gHx>> Acesso em: 10 jul. 2015.

ECOVASO. **Vasos de plástico para plantas.** Disponível em: <<http://www.ecovaso.com.br/>> Acesso em: 12 jul. 2015.

FARUK, O. *et al.* **Biocomposites reinforced with natural fibers: 2000-2010.** Progress in Polymer Science, 2012.

FORMOLO, M. C. *et al.* **Polihidroxialcanoatos: biopoliésteres produzidos a partir de fontes renováveis.** Revista Saúde e Ambiente, Joinville, v. 4, 14-21, 2003.

GURUNATHAN, T.; MOHANTY, S.; NAYAK, S. K. **A review of the recent developments in biocomposites based on natural fibres and their application perspectives.** Composites: Part A 77, p. 1–25, 2015.

HUEVOSINMACULADA. **Huevo a granel.** Disponível em: <<http://huevosinmaculada.com/ficha.asp?id=1>> Acesso em: 12 dez. 2015.

INFOBIOS. **Importância da embalagem na manutenção da qualidade pós-colheita de frutas.** 2014. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2014_1/frutas/> Acesso em: 10 jul. 2015.

LESKO, J. **Design Industrial Materiais e Processos de Fabricação.** Editora Edgard Bluncher, 2004.

LIMA, M. A. M. **Introdução aos Materiais e Processos para Designers.** Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2006.

MACEDO, J. de S. **Desenvolvimento de biocompósitos à base de polihidroxibutirato e resíduos do processamento de fibras de casca de coco.** Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica e de Materiais, COPPE, UFRJ. Rio de Janeiro, 2010.

MACHADO, M. L. C. *et al.* **Estudo das Propriedades Mecânicas e Térmicas do Polímero Poli-3-Hidroxibutirato (PHB) e de Compósitos PHB/Pó de Madeira.** Polímeros: Ciência e Tecnologia, v. 20, n. 1, p. 65-71, 2010.

MATÉRIA BRASIL. **Materioteca.** Disponível em: <<http://materiabrasil.com.br/>> Acesso em: 23 mai. 2015.

MOHANTY, A. K. *et al.* **Natural Fibers, Biopolymers, and Biocomposites: An Introduction.** Taylor & Francis, 2005.

MOHANTY, A. K.; MISRA, M.; HINRICHSEN, G. **Biofibres, biodegradable polymers and biocomposites: An overview.** Macromol. Mater. Eng. 276/277, p. 1-24, 2000.

MONTEIRO, S. N.; DE DEUS, J. F.; D'ALMEIDA, J. R. M. **Mechanical and Structural Characterization of Curaua Fibers,** In: Characterization of Minerals, Metals & Materials - TMS Conference, San Antonio, USA, CD - Rom, p. 369 - 375, 2006.



MORAIS, G. A. C.; CARASCHI, J. C. **Compósitos de polihidroxitirato (PHB) reforçado com resíduos agroindustriais**. Disponível em: <<http://www.instructor.com.br/unesp2005/files/CICEM/trabalhos/6.pdf>> Acesso em: 2 nov. 2015.

NETO, F. L.; PARDINI, L. C. **Compósitos Estruturais**. Ciência e Tecnologia. Ed. Edgard Blücher, 2006.

PAPANEK, V. **Arquitetura e design: ecologia e ética**. Lisboa: Edições 70, 2002.

ROWELL, R. M. *et al.* **Utilization of natural fibers in plastic composites**: Problems and Opportunities. Lignocellulosic – Plastics Composites. Edited by: LEÃO, A.; CARVALHO, F. X.; FROLLINI, E. São Paulo, p. 23 - 51. 1997.

SATYANARAYANA, K. G. **Biodegradable polymer composites based on brazilian lignocellulosic**. Revista Matéria, v. 15, n. 2, p. 088-095, 2010.

SCANDOLA, E. Z. M. **Green Composites**: An Overview. Polymer Composites, p. 1906 - 1915, 2011.

SILVA, V. da. **Desenvolvimento de biocompósitos de poli(3-hidroxitirato-co-3-hidroxitirato) (PHBV) com resíduos de madeira**. Dissertação – Programa de Mestrado em Engenharia de Processos, Univille. Joinville, 2009.

TAKEIDEA. **Vasos biodegradáveis**. 2013. Disponível em: <<http://takeidea.com.br/design/vasos-biodegradaveis/>> Acesso em: 10 dez. 2015.

TIROL PLANTAS. **Vasos de cerâmica para plantas**. Disponível em: < <http://www.tirolplantas.com.br/loja/Default.aspx?cid=265>> Acesso em: 13 dez. 2015.

TRAMONTINA. Ferramentas para jardinagem. Disponível em: < <http://www.tramontina.com.br/pt/>> Acesso em: 13 dez. 2015.

VILAPLANA, F.; STRÖMBERG, E.; KARLSSON, S. **Environmental and resource aspects of sustainable biocomposites**. Polymer Degradation and Stability, 95, p. 2147-2161, 2010.

Sustainability in Higher Education for the Global South: A Conversation across Geographies and Disciplines

Seema Purushothaman (1)*
Chitra Ravi**
Harini Nagendra***
Manu Mathai****
Seema Mundoli*****
Gladwin Joseph*****
Stefi Barna*****
Nandan Nawn*****
Radha Gopalan*****
Marcel Bursztyn*****
Martina Padmanabhan*****
Sally Duncan*****
Ruth S DeFries*****

doi:10.18472/SustDeb.v7n1.2016.17424

(1) Corresponding Author.

*Azim Premji University, Bangalore, India.
E-mail: seema.purushothaman@apu.edu.in

**Azim Premji University, Bangalore, India.
E-mail: chitra.ravi@apu.edu.in

***Azim Premji University, Bangalore, India.
E-mail: harini.nagendra@apu.edu.in

****Azim Premji University, Bangalore, India.
E-mail: manu.mathai@apu.edu.in

*****Azim Premji University, Bangalore, India.
E-mail: seema.mundoli@apu.edu.in

*****Azim Premji University, Bangalore, India.
E-mail: gladwin.joseph@apu.edu.in

*****Azim Premji University, Bangalore, India.
E-mail: stefi.barna@apu.edu.in

*****Teri University, New Delhi, India.
Email: nnletter@gmail.com

*****Rishi Valley Education Centre, Madanapalle, India.
Email: radha.gopalan@gmail.com

*****Universidade de Brasilia, Brasília, Brazil.
Email: marcel@unb.br

*****Universität Passau, Passau, Germany.
Email: martina.padmanabhan@Uni-Passau.De

*****Oregon State University, Corvallis, USA.
Email: sally.duncan@oregonstate.edu

*****Columbia University, New York City, USA.
Email: rd2402@columbia.edu

DEBATE



ABSTRACT

A workshop on 'Sustainability in Higher Education from the vantage of the Global South' was organized by the Azim Premji University between 12 and 14 January 2015 in Bengaluru, India. Its goal was to explore how sustainability can be integrated into undergraduate, postgraduate and professional courses. The workshop was divided into four sessions with interlinked themes – the first, with a focus on framing sustainability; the second, on integrating sustainability in higher education; the third, on sustainability curricula; and the last, on pedagogy for sustainability. All four sessions were informed by the broader educational goal of enabling students from diverse backgrounds to envision, conceptualise, research and implement sustainability in varied personal and professional contexts. Participants of the workshop drew upon their varied experiences, from India and institutions across the world, in the teaching and learning of the multi-dimensional concept of sustainability in diverse geographies. The questions, counter-questions, discussions and potential solutions raised during the workshop are presented in this paper in a dialogic style.

Keywords: sustainability, education, Global South, framing, curriculum, pedagogy.

INTRODUCTION

A three-day workshop, organized by the Azim Premji University (APU) between 12 and 14 January 2015, in Bengaluru, India, explored how one frames and teaches sustainability, particularly in the context of higher education in the Global South.

The idea for this workshop evolved from lively discussions among the APU faculty on whether sustainability in the Global South is viewed differently from that in the North. And, if there are differences, as most of us believe, then how do these differences influence the framing and teaching of sustainability in higher education in the Global South. The workshop brought together a diverse group of individuals who are keen students, researchers and teachers of sustainability, from across different geographies. It was conducted in four sessions, each focused on one of the following themes – 'Framing sustainability', 'Integrating sustainability in higher education', 'Curricula for sustainability', and finally, 'Pedagogy for sustainability'.

This paper is an attempt to capture the rich conversation between the workshop participants over two days of deliberations. It includes new ideas and questions that have emerged during the process of writing it. We do not claim the ideas, suggestions, questions, assertions, answers, solutions, and opinions in this brief written piece to be original. They are shared reflections from experiences in sustainability thinking and practice, expressed primarily from the perspective of educators. The paper is written in a dialogic style, which we believe best reflects the nature and intent of the workshop discussions. It may show some repetition of ideas, which we consider inevitable in this format; and may be a reflection of their importance. The outcomes of the workshop are particularly relevant to the faculty at APU, as building diverse educational programs in sustainability is part of this University's social mandate. However, we hope that they are also of value to other educators in envisioning sustainability education in a form that is relevant to

the contexts of their practice, particularly in the Global South where the challenges of development remain visceral.

Section I: Framing Sustainability

1. Is sustainability definable?

Sustainability can be (and is defined) in numerous ways, laying varying emphasis on its ecological to social, science to lifestyle, ethical to analytical, and inter- to intra-generational dimensions. What defies simple responses, however, are questions of ‘what’ is to be sustained and ‘for and by’ whom. These are made more challenging by trade-offs between the various components of sustainability, within and across its different dimensions. While these differences in emphasis may reflect specifics of context, disciplinary focus, scale and value judgements; none of them do justice to the multi-dimensionality of this concept. Thus, like any powerful normative idea, arriving at a comprehensive definition of sustainability remains as slippery as a jellyfish that cannot be nailed down. However, working definitions of sustainability should necessarily reflect the priorities and emphasis particular to local contexts, while drawing from global learning and experience.

2. How is sustainability related to resilient systems?

Resilience has become an important ‘boundary object’ in sustainability debates, with the potential to provide common ground for reconciling the natural and social sciences. Interpretations of resilience vary between a focus on the ability to bounce back, or to transform; with connotations that range from being positive to neutral. Not surprisingly, the relationship between sustainability and resilience was one of the most contentious questions in the workshop. Responses to it stemmed from two broad perspectives – ontological and epistemological.

From an ontological perspective, the origins and orientation of sustainability are more anthropocentric than those of resilience, understood as the property of an ecological system to withstand shocks while retaining core functions. A resilient system need not always be of use to humans. Sustainability, on the other hand has strong societal connotations - what needs to be ‘sustained’ remains a prerogative of human perceptions and preferences. While these preferences, decisions and actions do influence the resilience of a system; sustainable systems need not be resilient, and vice versa. For example, eutrophication makes a lake unusable by humans (and some other species); but the lake is in a new resilient state as a result of the unsustainable use of its capacity as a sink. However, if sustainability is not perceived in strictly anthropocentric terms, then its relationship to resilience may be different. More eco-centric definitions of sustainability, referring to our ability to co-exist with other species, can be found among many indigenous communities of the Global South. Conversely, resilience could be described in terms that extend beyond a purely ecological description to one that recognises hu-



mans as being part of ecological systems. Resilience, then, is understood as the property of a socio-ecological system to withstand recurrent perturbations, while retaining core structures, processes, and feedbacks. In one view, this description may be confined to certain ecosystem services, functions or components of a socio-ecological system that we want to continue having access to. Systems that show this kind of resilience may be said to be more sustainable than others, with respect to (and for) each of the preferred services /components. An alternate view argues that for any system to provide goods and services in a sustained manner, it will need to be resilient to periodic perturbations. Sustainability without resilience may just mean sustained reproduction, leading to eventual collapse of the system. In this view, socio-ecological resilience is embedded in sustainability, and unless a system as a whole is resilient, it is not truly sustainable.

From an epistemological perspective, both resilience and sustainability can be seen as inherently normative ideas that are currently jostling for political hegemony in a similar societal space. By integrating relatively newer (socio-ecological) ideas of resilience within the older idea of sustainability, we may avoid perpetuating two apparently competing normative ideas. However, key concerns of social sciences, like conflict, agency and power are not addressed by resilience approaches. Including resilience in an integrative framing of sustainability therefore bears the danger of depoliticizing sustainability issues.

3. How is sustainability related to equity and justice?

Sustainability implies equity and justice within and across generations, human societies and species. Although inter-generational equity finds more attention in the popular discourse on sustainability, it can be understood only by recognising intra-generational equity as a determinant of sustainability. Without adequate attention to equity and justice (social dimension) in the present, sustainability will be limited to just an ecological/conservation goal. While a healthy natural environment is indispensable to human well-being, a socially just society is better equipped to conserve its natural resources. In a highly inequitable society (divided by gender, ethnicity, caste, class, and sexual orientation), ecological sustainability, even if achievable, would most likely be short-lived. Deep and multi-pronged (social, economic, political) inequities drive aspirations for resource-intensive lifestyles, while undermining alternate values and knowledge systems of disadvantaged communities. Consequently, they deter a large proportion of the human population from adopting sustainable practices. In addition, such inequities can increase conflict and social upheavals, deferring sustainability motivations indefinitely.

4. Is sustainability the ethics of a transitioning world?

We are beginning to acknowledge this. We are grappling with many socio-ecological and economic transitions in the present that are made more complex by being inextricably entangled across space and time. These circumstances may require a new normative: one that can guide more judicious human actions and responses to change. Sustainability offers the potential to be such a normative.

Recognising sustainability as the ethics of a transitioning world is not without its challenges however. Sustainability as a normative remains more than just the sum of all other normatives, despite being constituted by them. Thus, attempts to individually address the many powerful (ecological, social, institutional among other) normatives that this concept draws from, will no longer be sufficient. Sustainability as a normative may not also simplify the difficulties of balancing equity and welfare in the short- and long-term within and across generations, human societies, and species. With no historical models for economic development that meet these criteria, deviating from the dominant model may require charting of a new path. Actions in the present run the risk of consequences so far in the future that the final outcomes of our decisions are difficult to foresee and/or prepare for. Such inter-generational concerns cannot be addressed purely by economic/utilitarian arguments or unaided intuition. Rather, they make it necessary for an ethical lens to become part of a fast-changing sustainability-conscious world in the Global North as well as South.

5. Are we expecting too much from one concept?

We are. This is not just inevitable, but also necessary, even if expecting too much from this concept makes it seem unwieldy. It is crucial that sustainability reflects the real challenges of the world we are trying to understand and improve, without wishing away its complexities for the sake of elegance. Sustainability is fast becoming a popular term that is widely used, misused and abused. Over-simplifying it may reduce it to just another meaninglessly repeated jargon; especially in sustainability related policies, institutions and interventions. By ignoring its nuances, these efforts bear the very real danger of doing more harm than good to their intended goal.

6. Is the framing of sustainability in the Global South any different from that in the North?

Although the understanding of sustainability remains multi-dimensional in both the Global North and the South; what differs between these societies is the emphasis given to its different dimensions. Sustainability concerns from the North generally emphasize its ecological dimensions; while in the South, social dimensions of equity and justice cannot be relegated to the back-burner. Framing of sustainability in the Global South is also more realistic in reflecting the more immediate and politically sensitive nature of complex trade-offs between its social and ecological dimensions.

It is to be noted that the terms 'North' and 'South' are used here to describe the divergence between the capital accumulating 'core' and its 'peripheries'. Both core and peripheries could be located within a country/region or across these boundaries. Thus, the presence of the 'North' within the Global South, and the 'South' within the Global North - are realities; not possibilities.

7. What are the implications of framing sustainability differently in the North-South contexts?



The implications of a differential North-South framing of sustainability are a consequence of the reasons behind these differences. Differential frames are, at least partly, attributable to the fact that socio-political boundaries mask the reality of the planet's contiguous socio-ecological system. Since socio-political boundaries are more widely reinforced (by policy and the economy) and recognised by human societies across the globe; their influence on human actions is overwhelmingly greater than that of the seamlessness of ecosystem boundaries. This is in stark contrast to the fact that the damaging impacts of human actions do not respect man-made boundaries. This asymmetry between bounded socio-economic actions/responses and their boundless ripples of social-ecological impacts, generates North-South conflicts on how sustainability concerns should be addressed. In this context, it is important to re-iterate that the North (capital-accumulating core) and South (peripheries) are not restricted to single geographies; and could be identified within as well as across political boundaries.

Thus, when impacts are cross-country in nature and mitigating actions have to originate within countries, a difference in framing of sustainability between countries will accentuate conflicts. Countries differ economically and culturally, presenting different priorities and contexts for interpreting sustainability. Despite the differential framings, in an intricately interconnected world it is critical for perspectives from both the North and South to learn from each other.

8. Are there any distinctly Global South perspectives in sustainability?

Yes, there are. Although much like their counterparts from the North, they do not or, in some cases, cannot (as they come from outside the boundaries of the Global South) call themselves so. These include Eco-development (Ward and Rene, 1972, report commissioned by Maurice Strong), Sustainable Societies (World Council of Churches, quoted in Dowdeswell (1994)), Sustainable and Equitable Development (IUCN, 1980), Eco-socialism (Pepper, 1993), Economy of Permanence (Kumarappa, 1997), Environmentalism of the Poor (Martinez-Alier, 2004), Community Ecological Governance and Earth Jurisprudence (The Gaia Foundation, 2015), Radical Ecological Democracy (RED, 2015), among others.

Section II: Integrating Sustainability in Higher Education

9. Is it possible to teach sustainability in a formal academic programme?

Yes. Even if recognised as an ethic/normative, it is possible to teach sustainability formally - much as we teach other social normatives like democracy, equity, justice and welfare. Sustainability is only different from these other normatives in including the non-human world as a contingent part of its framework.

10. Is sustainability best represented as a domain, field, discipline or a value in higher education?

Sustainability is not a discipline in itself – it does not have a steady shape or boundaries. Instead it integrates knowledge and methods from a variety of social and natural sciences (like environmental sciences, ecology and development studies). However, it also transcends a simple summation of discipline-specific perspectives and tools, by linking them with practice. Therefore it represents a trans-disciplinary domain of inquiry. For example, a systems-perspective is needed to analyse trade-offs and complex feedback loops; while political acumen and sensibilities are needed to achieve social change. By synthesizing these in context-specific ways to address human problems in the real-world, it bridges the distance between knowledge, knowing and action (that David E. Blockstein, famously, and humorously, sought to reflect on in an article titled: “How to Lose Your Political Virginity while Keeping Your Scientific Credibility” - BioScience, 2002).

However, its core character can also be described as that of a normative or an ethic that when integrated with other disciplines or domains, broadens their vision and extends their boundaries. Diverse domains (like agriculture, sociology, economics, the hospitality industry, and medicine among others) can be found to integrate sustainability arguments as a way of thinking about development and the progress of human society.

As an emerging global meta-narrative that seeks to transform society, sustainability may need to co-habit both these academic identities. In seeking to reflect the complexity of a changing world, sustainability as a trans-disciplinary domain of inquiry must evolve independently of its constituent disciplines. In order to organically guide more judicious change in all spheres of human activity, it must also continue to remain a normative that influences other disciplines.

11. Is it possible to institutionalise an interdisciplinary academic programme in sustainability?

Learning and teaching the concept of sustainability requires an interweaving and inter-linking of concepts from different disciplines, and should therefore be a collective effort. This requires a shift from the super-specialised, reductionist approach commonly seen in mainstream education, careers and the way we live our lives.

Given the sheer complexity and relative novelty of this task, developing an interdisciplinary/integrative academic programme in sustainability will require the involvement of instructors with certain competencies, and spaces that facilitate inter-disciplinary collaborations. Faculty from both the natural and social sciences will need to respect the validity of different disciplinary perspectives, vocabularies and methods; and be open to learning from them. They must also be willing to explore new multi/cross-/inter-/trans-disciplinary approaches to teaching their own disciplines from a sustainability perspective. This will require the involvement of both specialists, who bring their knowledge of discipline-specific insights and methods; and generalists, for their skill in identifying and building bridges between different disciplines. Academic institutions like universities are most likely to have faculty with backgrounds and training that fit both these roles. Often



this advantage is offset by complex institutional barriers, and an academic culture, that tends to promote individualistic effort over collaborative work. Non-academic institutions may be more amenable to collaborative projects, but may not have a ready pool of people with the required competencies. Ideally, meeting this challenge may require the birth of new interdisciplinary centres, which combine the advantages of both. It is to be noted that academic engagement with sustainability tends to be problem-oriented; therefore, teams need not be perennial (as usually is the case in disciplines) and could be adaptively reconstituted according to the changing needs of disciplinary or contextual insights and skills. Cross-institutional arrangements could also help bridge theory and practice.

12. What is the typical structure of an academic programme in sustainability?

Since sustainability is both 'independent of' and 'dependent on' other normatives/ disciplines, academic programmes in sustainability can be structured in two different ways:

- i. Stand-alone courses/programmes in sustainability.
- ii. Integrated into existing core/ elective curricula of all disciplinary or professional programmes.

For most institutions, this structure and coverage (breadth, depth) is based on the age-group and educational level of students, as well as the type of programmes in related fields.

Stand-alone courses may be designed as a broad introduction to students pursuing other disciplines and careers; tailor-made to demonstrate applications of their disciplines within the larger sustainability perspective. Stand-alone programmes may build on this introduction, unpacking this concept in greater depth and nuance for students committed to academic/professional careers in sustainability. Their design may need to include a common framework of concepts, principles, methods and tools (levelling knowledge); interdisciplinary analysis; problem-oriented training; and openness in including non-academic actors in practice. Both of these could be conveniently introduced without influencing other university courses or programmes - some of which may teach unsustainable (from both social and ecological angles) practices. Thus, the risk is that students may be left to grapple with mutually divergent learnings from the different university courses that they are a part of.

Integrating sustainability into the core or elective curricula of all disciplinary or professional programmes may be ideal for students interested in pursuing an academic or professional career in other disciplines. By choosing this approach, universities have the potential to offer critiques of existing interventions, if not aiding in less un-sustainable innovations. However, integration is significantly more challenging to implement than stand-alone programmes, as it will need the necessary buy-in and competencies from instructors of other disciplines. It may also require the use of pedagogical tools like issue-based case studies or practicums for field experience, to seamlessly assimilate examples and topics in sustainability into diverse academic curricula. Thus, this approach

ch is ideal for universities committed to making sustainability an integral part of their vision and overall policy. Such universities may consider implementing this integration in a phased manner.

In principle, sustainability may be most effectively taught through a combination of stand-alone and integrative programmes, offering separate forms of engagement for different categories of students. In practice, most universities opt for the path of least resistance: stand-alone, optional or elective courses.

13. At what educational level is an academic programme in sustainability most effective/necessary?

Considering its importance in a world intricately linked across place, time, people and nature; academic programmes in sustainability should be included at all levels of higher education. However, the scope (breadth and depth) and treatment of sustainability at each level may need to be tailored to the knowledge and skills expected from students at that level. It may also be influenced by the need to build specific competencies desired for the field(s) that the learner intends to engage with in the long run.

For example, a stand-alone programme in sustainability can be offered at either the undergraduate (UG) or post-graduate (PG) level. At the UG level, a stand-alone programme may equip students with the ability to deal with complex problems; using language, tools, methods, and practices that are common to diverse disciplines. It may thus offer a broader perspective to sustainability, with an openness to integrate disciplinary contributions. It, however, faces the risk of presenting sustainability as a discipline in itself; or, leaving students with a shallow understanding of its trans-disciplinary nature. At the PG level, a stand-alone programme may provide a rich field for the interaction of students coming from various disciplines. These different disciplinary backgrounds serve as “academic anchors”, preventing shallowness and enabling solid paths for dialogue with disciplinary researchers (networking). However, the challenge at this level will be to ensure that students develop an integrated perspective to sustainability. Ideally, a stand-alone programme that builds inter-disciplinary integration on strong disciplinary foundations will ground students in a more comprehensive and multi-dimensional understanding of sustainability. Thus, a stand-alone programme may be most suited at the PG or higher levels, where it equips students with the solid disciplinary training required to make advances in this or related fields. In contrast, an undergraduate student dabbling in multiple disciplines may be better off with a stand-alone course that introduces only the most important themes of sustainability discourse. Or, as a topic integrated to the varying extents possible with all the other subjects/disciplines that are taught at this level.

14. Is sustainability better suited to a degree programme in in the natural sciences (B.Sc/M.Sc), social sciences (B.A, M.A), or a combination of both (Bachelors/Masters in Sustainability)?



This may depend on goals of the institution (university or college), its existing curricula, and expectations of one or more professions or society in general. It may also be influenced by the goals, expectations, as well as the academic and/or professional backgrounds of its students and faculty.

However, an academic programme in sustainability that offers a combination of degrees would be ideal. Such a programme could start with a historical analysis of sustainability in its various forms and contexts, with its many components unpacked through relevant natural and social science approaches. It could be designed to include a common pool of core courses that cut across the science-humanities spectrum, along with a variety of discipline-specific electives. Students may be awarded a natural science or a social science degree depending on the specific disciplinary paths that they specialise in.

Section III: Curriculum for Sustainability in Higher Education

15. What are the organizing principles of sustainability as a body of knowledge?

One of its most important organising principles is the inevitability of inter-linkages across disciplinary forms of knowledge. By involving a synthesis of ideas and principles from diverse disciplines applied in the context of human well-being, sustainability reveals the artificiality of disciplinary boundaries and departmentalised knowledge. It also bridges the traditional separation between knowing (in diverse epistemologies) and living, requiring a holism in the sensibilities of a learner. It is likely that this may place new and unfamiliar demands on a curriculum for sustainability in higher education. For example, expertise in the physics of heat-transfer is unlikely to make the same demands or have the same impact on individual and collective values and choices, as say, knowledge of the greenhouse effect. While the former can more easily be separated into compartments of knowledge and life, the latter is necessarily enmeshed and impels a re-engagement with foundational assumptions for the conduct of personal and collective life. Other organizing principles include the need to combine aspects of social justice (fairness), limits to growth, and social and ecological resilience.

16. What are some of the most fundamental concepts that should be covered in a sustainability curriculum?

1. A rigorous introduction to the evolution of sustainability as a normative value, and its current and future implications for the way we develop as a society.
2. An introduction to some heuristic models from the social sciences and humanities that explain how social and socio-ecological realities come into being and/or change.
3. Exposure to relevant concepts and theories within relevant (natural and social science) disciplines. As sustainability informs other disciplines, this will include

new hybridized theories that it catalyses in each discipline.

4. Exposure to inter-disciplinary and trans-disciplinary theories (especially new ones emerging in this nascent body of knowledge) and methods within the context of sustainability.

5. Opportunities to discover principles of sustainability 'hidden' in their own experiences/disciplines/professions. Students can then focus on a particular disciplinary area, while recognising connections within the larger context of sustainability.

17. How important is it for a sustainability curriculum to address the analytical, scientific and normative aspects of sustainability?

As a trans-disciplinary endeavour, it is important that sustainability be understood as an integrated frame of analysis and action. Thus a sustainability curriculum should integrate analytical and scientific perspectives from ecology, economics and environmental sciences with the normative strengths that the humanities and social sciences provide.

Designing a curriculum that attempts reconciliation between these aspects of sustainability may present three challenges. One that sustainability will need to be presented both as a normative that informs other kinds of knowledge; and as a concept that absorbs other normatives. This is true for its analytical aspects as well. Two that sustainability is not just challenging to define precisely and unequivocally; but also difficult to measure and assess. Three that forcing an artificial reconciliation may make this concept seem too unwieldy. Some reconciliation may be attempted by breaking sustainability curricula into its various components. This approach may allow appropriate quantitative analysis and measurement through various disciplinary and interdisciplinary methods and tools. However, a single tool/perspective/index could be worthwhile expeditions only if what is missing is highlighted and explained well enough for students to not confuse their outcomes with integrative solutions. While acknowledging that truly integrative tools may not yet exist, it may also be important to emphasize the necessity of constantly work towards them; however clumsy on-going attempts may seem. In fact, the challenge of developing an integrative measurement tool may in itself have scope for student projects in real contexts.

One can argue, however, that reconciliation may not be necessary. Sustainability can be taught primarily as a value, as it does not appear rational to imagine an analytics for sustainability that is too different from that of other kinds of knowledge. The challenge in this approach is that by absorbing other values, sustainability may seem like such a diffuse and large a value that it is no longer meaningful.



18. How important is a systems approach versus a discursive approach in a sustainability curriculum?

A systems perspective or an instrumental approach is important in integrating ecological literacy to a robust understanding of sustainability. Discursive and interpretive approaches are essential in reflecting the discursive nature of how human beings make and remake our world in the context of sustainability.

Ideally, sustainability curricula should build capacities to see a larger integrated picture of sustainability through a combination of the two approaches. In a stand-alone programme, students should appreciate both the instrumental and discursive approaches to understanding a particular problem, issue or idea. This may be accomplished through case studies. In disciplinary or professional programmes, instrumental approaches may be preferred for natural science students, along with rich discursive details; and vice versa for social science students.

19. Should sustainability curricula from the Global South be different from that of the North?

Any discourse on sustainability is anchored in the larger social context in which it operates. It is also shaped by the role of the political economy in how we produce knowledge and govern societies. This is clearly seen in an emerging body of work that bridges interpretations of the environment with human history, society and politics. In addition to their wider theoretical and methodological relevance, such interpretive forms of knowledge tend to have strong regional connections. However, the teaching of sustainability in the Global South has largely been based on the discourse and approach to sustainability from the Global North. Curricula from both positions may share common goals, including integration across natural and social science disciplines; “systems” as a core concept; development of skills; and exposure to real-world problems. They may also face common challenges like, the systemic institutional problems of faculty teaching in an interdisciplinary program; balancing breadth and depth; and hands-on experiences to appreciate cultural differences within the standard course structure. However, a lack of exposure to the ideas and practice of sustainability that are distinct to the South may result in a contradiction between student actions and the realities of their contexts of practice. Thus, sustainability curricula from the Global South should be tailored to reflect differences in their framing of this concept. This can be done in two ways:

i. Topics, theories and methods may be prioritized based on regional concerns, without compromising on their global relevance. Topics from the natural sciences and theoretical and methodological approaches from the social sciences and humanities are likely to be common and equally relevant to sustainability curricula from both positions. What should be different, given the historically distinct positions of the North and the South, is the interpretation of facts, and the relevance and weighting of theories and methods.

In general, curricula designed from the Global North perspective tend to be dominated by instrumental definitions of sustainability and/or a systems approach to address imminent threats like those of urbanization or climate change. In contrast, curricula

designed from the Global South perspective may need to emphasize the normative/ethical dimensions of sustainability in addressing immediate challenges of social justice and inequity. For example, environmental justice in the Global North is focused on the distribution of costs of pollution among different groups; while in the Global South, its focus is more on access to means of livelihood.

ii. Examples and case studies may be prioritised based on their relevance in contexts of practice. While well-known global examples may be used to build a broader perspective and a comparative understanding; curricular design from both positions should focus on using region-specific examples as a norm.

Section IV: Pedagogy for Sustainability in Higher Education

20. What are the expected competency and skill-based outcomes of an academic programme in sustainability? How do we assess for these outcomes?

The expected competencies and skills of an academic programme in sustainability will depend on the educational level at which it is being offered. A Masters-level programme should typically equip students with the ability to:

- i. Recognise the big picture and its contingent complexity.
- ii. Construct conceptual models that incorporate multiple dimensions of sustainability.
- iii. Demonstrate the ability to think critically, analytically, and more importantly holistically.
- iv. Apply a systems-thinking approach and identify trade-offs in problems of sustainability.
- v. Integrate insights from across disciplines to analyse processes and articulate responses.
- vi. Develop an informed confidence to question the norm and mainstream thinking.
- vii. Concisely state and defend one's normative positions while acknowledging the legitimacy of other positions.
- viii. Demonstrate the practical application of quantitative and qualitative skills: including data collection, interviewing and recording narratives, analysing and interpreting narratives, understanding and application of statistical tools, documentation for communication with a variety of target audiences.
- ix. Demonstrate technical, social and institutional skills for sustainability interventions as field practitioners.
- x. Demonstrate informed issue-based advocacy and political astuteness.



The most effective assessments to measure progress in acquiring these competencies and skills may be those that present opportunities to apply them to a real-world problem of interest. Thus students should be encouraged to work on a thesis, annotated bibliography, research project, policy paper, debates, case analysis, and so on.

21. What pedagogical approaches are relevant in the teaching of sustainability at the university level?

Pedagogical approaches in sustainability will depend upon the kind of knowledge that it is seen to represent, the kind of competencies that are aimed for, and assessments considered ideal for evaluating such competencies. Though it may not be wise to continue to pit theory versus practice, the teaching of sustainability at the university level is commonly oriented towards theoretical engagement. Given that its origins are strongly rooted in practice however, a well-designed programme in sustainability may need to integrate problem-based learning, practical engagement and embodied or phenomenological approaches. Field engagement requiring an experience-based project could represent a very useful leveller between theory and practice.

However, balancing theoretical and practical pedagogies in a university (with limitations of time, for example) may be a challenge. It may also require instructor capacities which are not yet prevalent. With these constraints, it may be important to point to the need for other approaches, while doing what can be pragmatically addressed. It may also be important to acknowledge that a university programme may only be the beginning for students; sustainability has an explicit expectation of and need for 'lifelong learning'. (Also see question 23)

22. Does the pedagogy for sustainability require an examination of our relationship with the land and/or nature?

At a deeper level, sustainability does call for an examination of our relationship with nature, especially at a time when nature has been virtualized. What is the real thing like? Are we and what we do a part of Nature or removed from it? Answers to these questions have important implications for the way we approach sustainability.

The examination of our relationship with land and nature cannot be exclusively or perhaps even primarily, conceptual. Embodied, experiential, hands-on and/or 'sense-based' forms of learning have the potential to offer a powerful understanding of the relationship between humans and the natural world.

23. How do we equip students with the ability to respond not just intellectually, but also ethically and emotionally to the idea of sustainability?

While cognitive and intellectual understanding of the idea of sustainability is necessary, it is not sufficient. At the heart of sustainability are various aspects that cannot be

understood only through the lens of the intellect or technology: social and ecological justice, equity, interconnectedness, stewardship, moving away from the pursuit of individualism towards commons and the collective. The decisions we make on how we engage with the environment and draw upon natural resources to meet our needs and wants are not driven purely by the intellect. Social, cultural, political and emotional inclinations underpin and inform our individual and collective decisions on living sustainably. A lot of this is drawn from practice, experience and knowledge that exist with people rather than in academic treatises. Thus, while we may understand the idea of sustainability intellectually, the actions needed to practice it may come from ethics and empathy.

The primary normative and ethical component of sustainability is fairness. It is important to help students reflect on what fairness means: is it always equal pieces of a pie? Students may need to appreciate what fairness is not and then, perhaps through personal experience, build for themselves an understanding of what it is. To cultivate empathy, students may need to either imagine themselves in shared human accounts of a sustainability problem or experience a sustainability-related situation first-hand.

It may be possible to achieve these outcomes through a variety of pedagogical approaches. One approach may involve the teaching of sustainability through ethical, moral and political reasoning based on empirical evidence, policy dilemmas and choices. All forms of experiential learning would be effective pedagogical approaches: students writing their own case studies, learning to frame a problem clearly by experiencing or seeing a situation and designing a policy and/or intervention response. Case-studies, for example, may help students learn to see the big picture and unpack its multiple dimensions and components through both a systems and discursive approach.

The pedagogy for sustainability can also benefit from approaches used in other domains, such as Development Studies, that unpack the normative values framing ideas of progress. Thus, values that are pluralistic by nature and open to discovery and learning can be taught in the foundational courses, and referred to in other courses. It may also be important to help students explore what world views (unstated assumptions of reality and the values that govern the way we see the world) and dogmas are, how they develop, and shape our lives.

24. How do student backgrounds, interests and goals influence the teaching of sustainability?

Diverse student backgrounds, interests and goals serve to inform and enrich sustainability pedagogy. This diversity could be used for cross-learning - to identify topics for discussion, projects and the weightage given to various topics in the curriculum. For example, programmes where students from city colleges work together with their peers in rural government colleges can be a rich learning process for both. For this to happen, however, the curriculum must have adequate flexibility - those who may have the most experience with sustainable ways of living are generally excluded from representation in the curriculum design.



25. Are there advantages to people from different disciplines teaching sustainability, especially if they have opposite and conflicting perspectives to issues of sustainability?

For undergraduate students, there is value in presenting a cohesive narrative, while also introducing the idea of contradictory perspectives as a powerful way to present reality. For doctoral students, having faculty from different disciplines with conflicting perspectives may present them with an opportunity to deal with the potential confusion this can engender in their minds. This, in turn, may help them formulate and articulate their own positions with greater clarity (Also see answers to Q11 and Q12).

26. How do teacher values, attitudes and biases influence the teaching and learning of sustainability?

In a value-based subject, instructors may need to reflect on their positions and place them in the wider context of the debate by explicitly identifying their own normative positions and justifying them, without proselytizing in ways which prevent students from exploring their own positions. It should be possible for teachers to hold reflective conversations with students in which this normative position is contested or discussed, allowing for engagement and debate.

27. How do we make sustainability seem relevant to students in a largely unsustainable and capitalist world?

If sustainability is conceived as the rolling out of technologies to save the day, we may just need to churn out creative technicians. But if such technological optimism is recognised as being untenable, this becomes one of the trickier issues in higher education in sustainability. On the one hand, we may need to equip students with tools for cultivating an understanding of capitalism, while recognising the need to find work in this 'unsustainable capitalist world'. On the other hand, we may also need to encourage students to question mainstream thinking, and recognise the imperative to re-imagine this world-order. Perhaps it is important for students to see that the need to dwell on various options and trade-offs is inherent to the field of sustainability. Ideally, we'd want students to be able to combine pragmatism with the ability to think innovatively and creatively.

28. How do we enable students to engage with sustainability without feeling overwhelmed or cynical by its apparent ambivalence and complexity in practice?

It is essential to provide students with hands-on experiences of transformation in a diversity of real-life situations. This allows students to appreciate complexity; recognise the value of simple actions/changes; observe how change/innovation diffuses through individuals and society – from the small and incremental to the dramatic and crisis-based; and understand that policies to address long-term problems and short-term crises will differ.

IN SUMMARY

This discussion highlights the complexity of the idea of sustainability, beginning with its very framing and definition. Although defining sustainability is a challenge, any working definition to help frame this complex idea for educational purposes, will prioritize local concerns and contexts while drawing from the global discourse and experience. Workshop participants recognised the challenge of framing sustainability within the diverse contexts of development in the rapidly changing Global South; rather than as a post-development idea anchored in the Global North. In the context of the Global South, sustainability would necessarily include and integrate concerns of poverty, social justice and inequality which are often in tension with the goals of sustainable development. The limitations of sustainability as only an anthropocentric project were also deliberated.

The need (and ways) to balance theoretical rigor with field engagement and practice as a pedagogical approach in sustainability was critically examined. Teaching sustainability provides educational institutions with the opportunity to develop and test innovative pedagogical methods. This could include the radical idea of a course that is entirely inductive and problem driven – students begin with an issue/problem that then leads to a theoretical understanding. Alternately hybrid versions that mix different pedagogies, but are steeped in practice, could also be explored.

There was consensus on the idea that sustainability is by necessity a highly interdisciplinary and collaborative effort, involving interactions across academic disciplines as also between academics, practitioners and people. This collaboration is especially important considering that the multiple perspectives about sustainability cannot be adequately captured by any one discipline or group. What also emerged from these discussions is that sustainability as a process requires continuous reflection and re-tuning. Thus, it should not be seen as a defined outcome but as an approach to life-long learning and doing.

REFERENCES

- BLOCKSTEIN, D.E. **How to lose your political virginity while keeping your scientific credibility.** *BioScience*, 52, 1, 91-96. 2002
- Dowdeswell, E. **A global view** in *Partnerships in Practice*. Department of the Environment. London. 1994
- IUCN. **World Conservation Strategy: Living Resource Conservation and Sustainable Development.** International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources, United Nations Environment Program and World Wildlife Fund . 1980
- KUMARAPPA, J. C. **Economy of Permanence: A quest for a social order based on non-violence.** Varanasi: Sarva Seva Sangh Prakashan (reprint of Second Edition).1997
- MARTINEZ-ALIER, J. **Environmentalism of the poor: A study of ecological conflicts and valuation.** Cheltenham, UK and Northampton, USA : Edward Elgar. 2004



PEPPER, D. **Eco-socialism: From deep ecology to social justice**. London, UK and New York, USA : Routledge. 1993.

About RED. RED. Web site available at: <https://radicalecologicaldemocracy.wordpress.com/red-principles>. Accessed November 28, 2015.

Earth jurisprudence-Earth law. The Gaia Foundation. Earth Jurisprudence-Earth Law. Available at: <http://www.gaiafoundation.org/earth-centred-law>. Accessed November 28, 2015.

Ward, B and Dubos, R.J. **Only one earth**. London, UK : Andre Deutsch. 1972.

Como escrever (e publicar) artigos científicos em inglês e não morrer tentando

Resenha escrita por Andrés Burgos Delgado*

*Biólogo, doutorando em Desenvolvimento Sustentável, CDS-UnB, Brasília, Distrito Federal, Brasil.
E-mail: anburgosdelgado@unb.br

doi:10.18472/SustDeb.v7n1.2016.16855

RESENHA

Ethel Schuster; Haim Levkowitz; Osvaldo N. Oliveira Jr. (editors.). *Writing Scientific Papers in English Successfully: Your Complete Roadmap*. São Carlos (SP): Compacta, 2014. 192 p. Bibliografia, figuras, tabelas, apêndice e índice. ISBN 978-85-88533-97-4. US\$ 10,28.

“O sucesso na publicação de papers é o principal indicador de desempenho científico. No entanto, os estudantes raramente recebem qualquer formação em escrita científica. A única maneira que eles têm de aprender sobre os principais componentes de um artigo e como os trabalhos científicos estão organizados é por intuição, opção que pode ser ineficaz e/ou ineficiente; ou por tentativa e erro, estratégia que pode desperdiçar muito tempo e ferir sua confiança [...] O desafio de produzir artigos bem escritos é especialmente difícil para os falantes não-nativos de inglês, que representam a maioria dos cientistas de todo o mundo.”

O trecho acima reproduzido foi retirado do prefácio não paginado do livro *Writing Scientific Papers in English Successfully: Your Complete Roadmap*, editado por Ethel Schuster, Haim Levkowitz e Osvaldo Novais de Oliveira Júnior. Oliveira é brasileiro, físico, membro fundador do Núcleo Interinstitucional de Linguística Computacional (NILC) e professor do Instituto de Física de São Carlos (IFSC). Os co-editores e co-autores são Schuster, professor do Departamento de Ciências da Computação e Informação da Northern Essex Community College, interessado na pesquisa sobre lingüística computacional; e Levkowitz, veterano das tecnologias da computação, membro da Faculdade de Ciências da Computação da University of Massachusetts, Lowell, ambas em Massachusetts, nos Estados Unidos.

Os textos reunidos na coletânea são de autoria dos três editores e de Sandra Maria Aluísio, do Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação (ICMC) da USP; Stella Esther Ortweiler Tagnin, do Departamento de Letras Modernas da USP; Valtencir Zucolotto, do IFSC; Valéria Delisandra Feltrim, da Universidade Estadual de Maringá (UEM), no Paraná; e Carmen Dayrell,

do Centre for Corpus Approaches to Social Science da Lancaster University, no Reino Unido. Todos os autores compartilham o interesse pelo Natural Language Processing (“Processamento de Linguagem Natural”, PLN), como aplicação técnica computacional que possibilita analisar a semântica da linguagem. Os autores têm ainda uma preocupação de iniciar os estudantes nas estratégias de aprendizado da escrita científica, mediante o uso da linguística computacional.

O livro em questão resulta de duas décadas de pesquisa e ensino sobre escrita científica em inglês, durante as quais os autores perceberam que a combinação entre a barreira da língua e a falta de conhecimento do estilo de escrita acadêmica tem um efeito negativo sobre a qualidade da redação produzida por falantes não-nativos de inglês. Além disso, o caráter demorado do processo de aprendizagem de escrita científica motivou os autores a desenvolver ferramentas de software que auxiliem nessa tarefa, algumas das quais são descritas na obra. Os argumentos apresentados apóiam-se na experiência dos autores de lecionar inúmeros cursos de escrita científica na USP.

Os autores visam auxiliar principalmente a comunidade acadêmica a escrever artigos científicos em inglês com correção gramatical e coesão. Eles desenvolvem uma estratégia para que os escritores neófitos no gênero e no estilo científico superem os obstáculos da escrita científica e vençam as barreiras da língua inglesa. Essa estratégia consiste na utilização de um amplo leque de técnicas e ferramentas que ajudam os escritores a desenvolver as habilidades necessárias para redigir bem e com sucesso. As técnicas e ferramentas formam o coração do livro e são apresentadas mediante um roteiro completo.

Porém, além da perspectiva utilitária da obra, como um guia que pode dar aos leitores uma melhor compreensão da aplicação das ferramentas descritas, os autores destacam a importância de aprender os fundamentos da escrita científica. Neste sentido, o livro se dedica a discutir os princípios básicos da escrita científica, estabelecendo pontes entre esse campo e o método científico.

Para alcançar os objetivos propostos, os autores utilizam dois grupos de métodos. O primeiro é baseado no corpus linguístico e idealizado especificamente para minimizar a influência da língua materna sobre os falantes não-nativos de inglês. Um corpus linguístico é uma coleção de textos organizados pelo próprio aprendiz que serve como modelo para novos escritos, mediante a identificação de expressões e combinações de palavras da linguagem convencional. Essa estratégia está baseada na suposição de que a linguagem é probabilística, isto é, que determinadas combinações de palavras têm maior probabilidade de ocorrência que outras. O segundo grupo de métodos consiste na apresentação de um conjunto de ferramentas de software que ajudam os estudantes a produzir e avaliar os seus papers. Algumas dessas ferramentas auxiliam no planejamento da estrutura do artigo e na escrita de um primeiro rascunho, assim como na identificação de estruturas retóricas e de componentes ausentes nos abstracts. Outras ajudam a avaliar a organização do conteúdo e a fluidez de cada seção do artigo.

O livro é dividido em duas partes. A primeira oferece princípios e procedimentos da redação científica e a segunda detalha técnicas e instrumentos que podem tornar o pesquisador ainda mais preparado para redigir artigos científicos eficazes em inglês. No Capítulo 1, os autores defendem a necessidade de escrever e a importância de publicar artigos científicos. Além disso, oferecem dicas para organizar as idéias e os resultados de uma pesquisa com vistas à publicação. O Capítulo 2 é dedicado a analisar a estrutura típica de um artigo científico, mostrando algumas orientações, relacionadas principalmente com o estilo de linguagem. A segunda parte do capítulo examina alguns modelos que ajudam a entender e adotar o estilo de escrita das diferentes seções dos trabalhos científicos.

Partindo da idéia de que não se pode escrever um bom paper sem ler bons papers, o Capítulo 3 oferece pistas para que o leitor aprenda a “separar o joio do trigo” e consiga identificar publicações de seu interesse e de boa qualidade. Apresenta ainda um método de nove passos para orientar os estudantes na leitura sistemática de diferentes tipos de publicações científicas e na construção de um texto original, tomando como base fragmentos ou sentenças de textos “reutilizáveis”. No mesmo capítulo, os autores introduzem sucintamente duas ferramentas linguísticas que facilitam a detecção de componentes (antecedentes, lacunas, objetivo, métodos, resultados e conclusão) retóricos em abstracts escritos em inglês para cada fragmento do texto.

O Capítulo 4 introduz a noção de corpus linguístico, como campo específico da linguística que permite examinar a linguagem dentro da área de pesquisa de interesse, e mostra o seu potencial de uso mediante a apresentação de vários corpus disponíveis on-line. O Capítulo 5 percorre e orienta sobre o uso de quatro ferramentas computacionais que auxiliam na escrita de artigos científicos: SciPo-Farmácia, Scien-Produção, MAZEA-WEB e SWAN. As três primeiras foram desenvolvidas pelos autores para ajudar estudantes brasileiros a planejar a estrutura de um artigo, a elaborar rascunhos iniciais e a estruturar e rever o abstract, respectivamente.

O Capítulo 6 discute os padrões textuais predominantes em cada seção de um trabalho científico. Esses padrões são combinações recorrentes de palavras usadas nos artigos e que, identificados e bem usados, podem facilitar a comunicação, tornando a linguagem mais previsível e fluente para os leitores. O livro fecha com uma conclusão na qual os autores refletem sobre a intencionalidade da obra, no sentido de ajudar os interessados na redação de artigos eficazes, otimizando tempo e esforço. Discorrem ainda sobre o potencial de uso das ferramentas e estratégias apresentadas.

Os autores reconhecem que existem limites para a aplicação de ferramentas computacionais à escrita científica, devido à indisponibilidade das próprias ferramentas ou porque elas estão adaptadas a áreas científicas específicas. Contudo, acreditam que a subutilização dos avanços tecnológicos na elaboração de papers se deve principalmente ao fato de que poucos estudantes sabem da sua existência. É por isso que o livro se apresenta também como um meio de divulgação do PLN, com a pretensão de expandir a consciência sobre o potencial dessas ferramentas. Outra característica a destacar é o convite aberto que os autores fazem para que pesquisadores e programadores de software de todo o mundo criem ferramentas mais genéricas e conviviais que ajudem a comunidade acadêmica a garantir a qualidade de textos em inglês e a eficiência da comunicação científica.

O texto é indicado para estudantes de pós-graduação de língua não-inglesa, mais especificamente brasileiros, que estejam começando a carreira acadêmica e pretendam seguir a trilha da escrita e da publicação de textos científicos. Esse livro ajuda esses estudantes a enxergar o fato de que a carreira exige qualidade textual, eficiência da comunicação e um bom domínio da língua franca da moderna comunicação científica. Contudo, além de ser útil para cientistas iniciantes, o livro pode contribuir para aprimorar os trabalhos daqueles pesquisadores que estão no meio da carreira ou já estabelecidos, mas que desconhecem o amplo (e moderno) leque de recursos e ferramentas linguístico-computacionais disponíveis para auxiliar na escrita científica de maneira adequada ao contexto da língua inglesa.

A obra não é um livro de “receitas prontas”, mas um compêndio de informações e orientações sobre os fundamentos e os modelos teóricos subjacentes ao gênero da escrita científica, assim como uma descrição minuciosa de vários softwares de auxílio à escrita. O que dá um diferencial de qualidade e novidade à obra são precisamente as estratégias, técnicas e ferramentas que facilitam a redação dos trabalhos científicos em inglês. Apesar de uma parte das ferramentas apresentadas estar orientada para as ciências farmacêuticas, as estratégias e interfaces descritas podem ser usadas por qualquer pesquisador que precise escrever um artigo científico. A



linguagem clara e acessível e é complementada por inúmeras figuras e exemplos que facilitam a compreensão dos conceitos por leitores leigos, não especializados na área da linguística computacional. O livro é útil e acessível também para cientistas com pouca experiência em ensino e publicação. No entanto, algumas figuras não têm boa resolução, dificultando em parte o perfeito entendimento do texto.

Depois de ler o livro, é possível afirmar que a escrita é ao mesmo tempo uma arte e uma ciência. Porém, ele deixa uma dúvida: será que o uso dessas ferramentas computacionais reforçará ainda mais o estilo padronizado de produção científica, considerado por alguns cientistas e editores como um estilo marcado pelo jargão, pela impessoalidade e pelo tédio que provoca no leitor? Chegados a este ponto, um equilíbrio entre as benesses dos softwares de escrita disponíveis e as vantagens do uso da linguagem mais amena e pessoal na redação é uma solução de bom senso para compor textos mais agradáveis, acessíveis e publicáveis, sem desatender os fundamentos da escrita científica e, sobretudo, sem morrer tentando.

Para estimular a escrita científica

Resenha escrita por Elimar Pinheiro do Nascimento*

*Professor Associado do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável, do Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, Distrito Federal, Brasil.
E-mail: elimarcads@gmail.com

doi:10.18472/SustDeb.v7n1.2016.18139

RESENHA

Howard S. Becker. *Truques da escrita. Para começar e terminar teses, livros e artigos*. São Paulo: Zahar, 2014. 253 p. Tradução de Denise Bottmann; revisão de Karina Kuschnir. ISBN 978-85-378-1394-2

Howard Samuel Becker (1928) herdou a tradição da primeira escola de sociologia dos Estados Unidos, fundada ainda no século XIX, em Chicago, Illinois onde ele nasceu e se formou: a corrente sociológica do interacionismo, assim chamada por privilegiar as relações sociais em microespaços. Fez sua carreira na Northwestern University, também localizada em Illinois. Aos poucos, tornou-se um dos sociólogos mais premiados e citados. É conhecido, entre outros atributos, pelo estilo informal e claro de escrever.

Ele esteve no Brasil várias vezes, uma delas, em 1990, a convite do Programa de Pós-Graduação em Antropologia do Museu Nacional do Rio de Janeiro. Becker tem diversos livros traduzidos e publicados no Brasil, entre os quais: *Uma Teoria da Ação Coletiva* (1997); *Métodos de Pesquisa em Ciências Sociais* (1999); *Segredos e Truques da Pesquisa* (2007); *Outside: Estudos de Sociologia do Desvio* (2008), *Falando da Sociedade* (2009) e *Truques da Escrita* (2014). É ainda coautor e organizador de várias outras obras, como *História do Pensamento Social*. Publicou em Portugal outros livros em português, como *Os Mundos da Arte*.

A edição brasileira de *Truques da escrita* reúne os 10 capítulos das edições anteriores, inglesa e francesa, mas contém um prefácio especial. Neste, o autor revela o coração de seu livro, referindo-se aos estudantes: "... as dificuldades que você enfrenta para escrever não são culpa sua nem resultado de uma inabilidade pessoal. A organização social na qual você escreve está criando essas dificuldades para você (p. 8)." Trata-se de estímulo para os que estão iniciando na "arte" de escrever e publicar. Temo, porém, que não seja completamente verdadeiro no caso brasileiro. Nossos estudantes, diferentemente dos norte-americanos e franceses, têm graves deficiências que provêm da frágil educação básica. Contudo, isso não deve desestimular nin-



guém, porque o que não se aprendeu no passado pode-se aprender no presente ou no futuro. Esses problemas são resolvíveis com aulas e oficinas de redação, pouco comuns em função das dificuldades ligadas à organização em que o estudante está inserido, que condiciona os seus comportamentos, no mais das vezes sem que ele tenha noção disso.

Truques da escrita foi publicado originalmente em 1986, pela The University of Chicago Press.¹ Em 2004, foi traduzido para o francês, pela Editora Economica.² Utilizei essa versão em 2010 para elaborar a primeira versão destas notas, que foram úteis para produzir um pequeno livro sobre a oficina de escrita científica,³ junto com colegas do CDS.

Apesar dos mais de 25 anos que nos separam da primeira edição deste livro ele ainda guarda um caráter atual. A sua relevância para nós, brasileiros, é acrescida pelo fato de que, hoje, as publicações são um dos componentes com mais peso para a avaliação dos programas de pós-graduação, incluindo a produção discente.

A minha experiência de mais de 20 anos lecionando no curso de pós-graduação em sociologia (UFPB e UnB) e pouco mais de 15 na pós-graduação em desenvolvimento sustentável, me mostra que continuam a existir as dificuldades de mestrandos e doutorandos para escrever suas dissertações e teses. Para enfrentar essas deficiências, aliás, alguns programas têm criado oficinas de escrita científica direcionadas aos seus alunos.

Becker informa que *Truques da escrita* surgiu a partir do sucesso de um seminário de escrita científica que ele ofereceu a pós-graduandos na Northwestern University. O livro é focalizado, sobretudo, nos problemas que advêm da produção de diferentes gêneros de textos (artigos, livros, capítulos de livro, teses, dissertações) nas ciências sociais, mas serve igualmente para áreas afins.

Becker não trata de técnicas de redação, mas das dificuldades e dos defeitos de escrita mais comuns dos cientistas sociais. Dá sugestões sobre como superá-los. Ele sabe que muitas dificuldades são relativamente comuns - o medo da exposição ao ridículo, a busca por frases genéricas, a fuga da definição dos sujeitos da ação, a ansiedade da primeira página, a angústia em torno da solidão do ato de escrever. Igualmente interessante é como Becker identifica os ritos adotados pelos estudantes e pesquisadores: “os sociólogos que não conseguiam lidar racionalmente com os perigos de escrever usavam sortilégios mágicos, que os livravam da ansiedade, embora não afetassem o resultado” (p. 24).

O sucesso das prescrições de Becker deve-se, em parte, ao seu método de ensino completamente livre e prático, centrado no trabalho dos estudantes; mas esse sucesso vem também do seu reconhecimento de que os cientistas sociais, e particularmente os sociólogos, escrevem mal. Em geral, redigem de forma pouco compreensível. Comumente, os seus textos são repletos de vozes passivas, sujeitos ocultos, frases longas, substantivos genéricos, adjetivações excessivas e repetições desnecessárias. Há ainda os períodos excessivamente longos, que mais complicam o sentido do que esclarecem, e frases ocas, imperdoáveis. Estas últimas, segundo Becker, têm o propósito aparente de esconder o fato de que o autor não tem muito a dizer. Parte dessa expressão canhestra deve-se às fragilidades conceituais, metodológicas e teóricas dos mestrandos e doutorandos. Outra causa é a pomposidade e arrogância que alguns usam com as finalidades de esconder as suas próprias ignorâncias e de dar um ar científico aos seus textos vazios.

Becker mostra que as dificuldades de escrever uma tese ou um artigo têm múltiplas origens, variando segundo cada indivíduo. O autor analisa um exemplo no segundo capítulo. Alguns estudantes, e mesmo professores, pensam que um texto científico deve necessariamente conter elementos pouco compreensíveis, porque eles iniciaram a sua vida escolar admirando os seus professores que falavam e/ou escreviam coisas que eles não entendiam bem. Nunca imagina-

ram que esses textos ou essas falas poderiam ser simplesmente confusos! Pensavam, ao contrário, que eles não detinham o conhecimento necessário para compreender os seus professores. Como diz a personagem do capítulo 2: “A maneira como as pessoas escrevem - quanto mais difícil o estilo da escrita – mais intelectuais elas aparentam ser” (p. 54).

Becker denuncia que esses estudantes pensam que escrever de forma simples e clara é quase que a anti-ciência. No mínimo, é algo sem classe, banal. O raciocínio é simples: a linguagem sofisticada tenta demarcar a distinção entre os intelectuais e as pessoas sem instrução. Se os doutorandos almejam ser reconhecidos como intelectuais, eles pensam que devem procurar escrever da mesma forma que os seus professores. Na maioria das vezes, o resultado é um texto repleto de “sociologuês” ou “economês”, que apenas os iniciados compreendem, e uma boa parte compreende mal. Muitas vezes, trata-se apenas de um texto mal escrito. O curioso, conforme destaca Becker, é que um texto escrito de forma complicada tende a dar mais trabalho do que um texto simples, claro e objetivo. Mas, para esses “iniciados”, parece que não.

Becker chama a atenção para o fato de que os estudantes universitários não aprendem a escrever artigos científicos ao longo da graduação porque costumam escrever pequenos textos, de última hora, sobre temas escolhidos pelo professor, e lidos apenas por ele, quando muito. Isso leva à produção, portanto, de um texto desinteressante, escrito para nenhum leitor e de uma única canetada. A situação é muito distinta, destaca Becker, quando os alunos são de um curso de doutorado. Neste caso, eles têm que escrever uma tese, em geral em torno de 200 páginas, sobre tema escolhido por eles e que será lido por colegas e professores, além de profissionais do ramo. A tese será o seu primeiro cartão de apresentação no mundo profissional, no qual, muitas vezes, estão prestes a ingressar. As dificuldades surgem das falhas anteriores de aprendizado, pelo fato de não terem aprendido as técnicas de redação, em particular a reescrita.

Ao ingressar na pós-graduação, muitos mestrandos e doutorandos não fazem ideia do que seja escrever uma tese ou um artigo científico. Não fazem ideia, sobretudo, de que os bons textos publicados (livro, artigo, tese) nunca foram escritos de um só jato, em um rompante, como os trabalhos escolares. Os bons livros e artigos de ciências sociais (ou socioambientais) são escritos e reescritos, e lidos por outros, que fazem críticas e sugestões. Em parte, os congressos e seminários científicos têm essa função: permitir ao autor uma primeira apresentação de seu trabalho. É uma submissão coletiva à crítica.

Outro entrave à escrita de doutorandos e mestrandos é a consciência do risco de se expor por escrito, de ser objeto de crítica e rejeição por seus pares ou futuros pares. Becker argumenta que eles têm receio de submeter os seus escritos aos colegas, antes de enviar para publicação ou apresentação. De fato, eles têm um pouco de razão. Escrever (e publicar) é arriscado, mais ainda quando se pertence a uma comunidade competitiva, na qual o olhar dos outros é essencial para formar a sua imagem de profissional. Nesse ambiente, confiar nos outros é uma temeridade.

O risco é maior, segundo Becker, quando se expõe a primeira versão de um escrito, ou um simples esboço. Dificilmente os professores universitários e intelectuais fazem distinção entre texto em construção e texto pronto para publicação. O problema da pouca confiança entre os pares, por outro lado, sabota o espírito da liberdade do pensamento, da criatividade. Somos, permanentemente, convidados a pensar e agir como os outros, de forma padronizada e esperada.

Becker não discute regras técnicas de redação, mas pode-se apreender, aqui e acolá, “dicas” interessantes que nascem da forma que ele adotou em suas aulas de escrita. Por vezes, uma aula inteira é dedicada a retrabalhar um texto, reduzindo-o de quatro para duas páginas, quando não, a página e meia. É útil, e divertido, ver como ele troca expressões vagas por outras mais claras e objetivas, como, por exemplo: “poderiam se dar ao luxo de não se preocupar a respeito

de” por “não precisam se preocupar com” (p. 52). Sem a pretensão de fazer um balanço dos trabalhos sobre a arte da escrita, o autor cita muitas obras úteis para quem quer se aprofundar no tema.

Como prometido desde o início do livro, Becker mergulha nas dificuldades de definir o objeto de pesquisa e do trabalho de campo e nos cuidados necessários ao anotar as observações, as falas, os comportamentos. Essas anotações são veículos de informação sobre o objeto de estudo. O autor trata, igualmente, das dificuldades de expor os resultados de pesquisa.

Becker defende algumas ideias originais para a época em que o livro foi escrito, entre as quais a de que nem sempre a pesquisa antecede, em sua totalidade, a escrita. Ele nega que exista uma linearidade: pesquisa, plano de redação, redação e revisão (finalização). Em suas aulas, ele percebeu que a prática de escrita é entremeada por ritos e procedimentos que nada têm a ver, objetivamente, com o sucesso da escrita. Muitas vezes é necessário, depois de algum tempo de pesquisa e de anotações diversas, jogar as ideias no papel, esboçar a tese ou artigo, para depois identificar as lacunas teóricas e de dados. Em seguida, o estudante ou pesquisador deve retornar à pesquisa, buscar elementos teóricos, refinar a metodologia e, enfim, reescrever o material. Claro que, nesse campo, como em outros, não há uma receita única. Escrever é um rito muito pessoal. Cada escritor desenvolve os seus cacoetes próprios. Mas, uma coisa é comum: ninguém escreve um texto científico de uma única vez. A reescrita é essencial.

As proposições de Becker guardam um risco que não podemos omitir: o de empobrecimento vocabular e gramatical. A busca de precisão e objetividade, da clareza, do “fácil de ser lido e compreendido”, pode nos conduzir a escrever com um vocabulário cada dia mais pobre, ingresando no mundo da banalidade, presente inclusive na literatura contemporânea. É um risco que o doutorando e o mestrando devem ter em mente para alcançar o equilíbrio entre a clareza e a beleza, a objetividade e a estética. Em função da relevância da precisão, no texto científico a regra de ouro é: “não existe sinônimo”, porém, nas ciências sociais e socioambientais esta regra não pode ser assumida em todo o seu rigor.

As sugestões contidas em *Truques da escrita* podem ser úteis para o estudante ou pesquisador superar as dificuldades da escrita, mas apenas conhecê-las não vai resolver os seus problemas, pois como lembra o autor “Você as leu, mas continuam a ser minhas. Enquanto você não se apropriar delas através do uso constante, estará apenas se esquivando do trabalho de mudar de hábitos (p. 230)”.

NOTAS

¹ Writing for social scientists: How to Start and Finish Your Thesis, Book, or Article. Chicago, Illinois: The University of Chicago Press, 1986

² Écrire les sciences sociales: commencer et terminer son article, sa thèse ou son livre. Paris: Ed. Economica, 2004

³ Marcel Bursztyn; Jose Augusto Drummond; Elimar Pinheiro do Nascimento. Como escrever (e publicar) um trabalho científico. Rio de Janeiro: Garamond, 2010.

Educação ambiental e divulgação científica para crianças: construindo um desenvolvimento sustentável

Resenha escrita por Lídia Rogatto*

*Doutoranda em Desenvolvimento Sustentável no Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília (CDS/UnB), Brasília, Distrito Federal, Brasil.
E-mail: lidiarogatto@gmail.com

doi:10.18472/SustDeb.v7n1.2016.16748

RESENHA

Otávio Borges Maia. Vocabulário ambiental infanto-juvenil. Brasília: Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia, 2013. 256 p. Ilustrações, referências bibliográficas, índice remissivo. ISBN 978-85-7013-096-9. Não comercializado.

Em um mundo de incertezas e de impactos ambientais alarmantes, não é raro que uma parcela das promessas para um desenvolvimento sustentável se dirija às crianças e adolescentes de hoje. Afinal, eles sentirão mais intensamente as consequências das decisões econômicas, sociais e ambientais que atualmente estão sendo tomadas, ou evitadas. Eles precisam ser equipados com valores, conhecimento e habilidades necessários para repensar os padrões atuais de degradação (DAVIS, 1998, p. 142) e possibilitar um futuro baseado na resiliência.

Dedicado “aos que acreditam ser possível transformar a Terra em um lugar melhor plantando árvores” (p. 9), *Vocabulário Ambiental Infantojuvenil* (VAI) é um livro casado com a perspectiva de que é preciso reforçar os laços da educação infantil com os da epistemologia ambiental. Para traçar este caminho, ele é fundamentado nos princípios da educação ambiental e na metodologia da divulgação científica. Ambos os campos se unem para, de um lado, “instigar um novo olhar das crianças e adolescentes para a terminologia usada na temática ambiental” (p. 15) e, do outro, explicar “coisas complicadas de um jeito fácil de entender” (p. 11).

Tanto na sua essência, quanto no livro, a educação ambiental não compõe uma disciplina, mas um conjunto de valores, atitudes e ações que ambicionam superar (ou amenizar) questões e conflitos socioambientais, independentemente de suas escalas – local, regional, global. É por isso que, muito além de ser um glossário, VAI é construído por preceitos de natureza moral, equitativa e democrática, extrapolando a ecologia e dotada de uma orientação holística, de natureza lúdica e interdisciplinar.



VAI é fruto de um projeto desenvolvido ao longo de 20 meses, conduzido por Otávio Borges Maia, veterinário e atualmente analista do Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (Ibict). Como publicação de um grupo vinculado ao Ibict, o livro constitui um projeto mútuo do “Canal Ciência” – serviço de divulgação científica do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação, pioneiro no Brasil (www.canalciencia.ibict.br) – e da UNESCO, sob o Projeto no 914BRA2015. O projeto em questão tem o objetivo de alcançar a “descentralização e democratização da produção e [o] acesso aos conhecimentos científicos e tecnológicos” (p. 7). Isso se concretiza ao ver na criança e no adolescente “importantes agentes de transformação da sociedade, na medida em que participam da construção coletiva de regras na família, na escola e nos grupos sociais que frequentam” (p. 15).

O livro representa uma plataforma sólida para buscar, com o suporte da divulgação científica, a popularização e o desenvolvimento dos objetivos da educação ambiental, especialmente a justiça social e a responsabilidade ecológica (DAVIS, 1998, p. 153). Um de seus grandes méritos está na ênfase dada aos valores de cooperação e responsabilidade compartilhada, de maneira a encorajar crianças e adolescentes não apenas a solucionar problemas, mas a busca-los em conjunto (DAVIS, 1998, p. 153).

Por se tratar de uma compilação crítica de verbetes e ilustrações que perpassam múltiplos assuntos, VAI não tem uma tese *stricto sensu*. Isto, é claro, se consideramos tese no seu sentido hegeliano (thesis): uma proposição dialética que afirma a veracidade de algo por meio da argumentação. Revolvendo no centro da questão socioambiental sem adentrar em uma proposição específica, o livro aborda desde conceitos estabelecidos (comunidade, fotossíntese, micro-organismo) até noções em construção (qualidade de vida, coleta seletiva, economia verde).

Se há uma tese a ser defendida no livro, ela é, portanto, menos da natureza da proposição teórica, e mais do âmbito da posição, do valor, dos fundamentos. Neste sentido, cabe observar que os tópicos abordados são atuais e presentes nos debates da esfera pública, ainda que o leitor os ignore. É o caso dos verbetes “coleta seletiva”, “biocombustível” e “seis erres da sustentabilidade”. Tal abrangência temática distancia o livro de outros títulos de divulgação científica que, à maneira da ciência moderna, fragmenta um determinado tópico para analisá-lo nos seus detalhes e idiosincrasias.

O livro está pautado em quatro grandes temas (conceitos guarda-chuva): biodiversidade, clima, energia e população, e sustentabilidade. Ao todo, são 100 verbetes, cada qual exposto em dois formatos complementares – um de caráter técnico, outro de caráter lúdico. Os verbetes foram elaborados a partir de conceitos disponíveis em dicionários infantis e técnicos e na literatura “adulta”, técnico-científica (p. 15). Palavras sublinhadas indicam um termo com uma entrada à parte, recomendando uma leitura cíclica, não necessariamente linear, do livro – uma função de natureza “hyperlink”, própria da divulgação científica.

Fartamente ilustrado, VAI conta com uma seleção dos 1.500 desenhos (p. 229) submetidos por crianças e adolescentes da Escolinha de Criatividade, do Centro Educacional Maria Auxiliadora – ambos de Brasília, DF –, além de outras instituições. Alguns foram premiados, ora pelo “Concurso de Desenhos Infantis” da Fundação SOS da Mata Atlântica, pelo “Prêmio Ecologia” do Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos ou pelo “Concurso de Pintura Infantil Bayer-Pnuma”.

Na divulgação científica para crianças, o texto imagético pode ser tão ou mais importante que o texto verbal, complementando-se de uma forma ilustrativa e explicativa e funcionando como mapa mental infanto-juvenil. A entrada “tráfico de animais silvestres”, por exemplo, é definida como:

Comércio proibido de animais silvestres, vivos ou mortos, caçados ou capturados sem respeitar o que diz a Lei. Muitas espécies são ameaçadas de extinção por causa do tráfico. Os bichos traficados sempre sofrem maus-tratos (p. 50).

A ilustração que a acompanha, na página ao lado, é de fundo preto, traz um homem ao centro, de braços abertos e dentes expostos, rodeado de gaiolas de animais. Com esse exemplo, fica claro que o imaginário infanto-juvenil materializa (e supera) a objetividade da definição do verbete. Esse é o caso, também, de “crime ambiental”, entrada em que o ilustrador retratou duas araras-azuis com um balão de diálogo que diz “Polícia!! Ele roubou minha casa!!!!” O “ele” se refere a um homem com um caminhão madeireiro, liberando poluição no meio ambiente e carregando quatro troncos de árvores, uma delas com a inscrição “lar, doce lar” – a casa das araras. Na cabine do caminhão, o homem responde à acusação, concordando, com um sarcástico: “É mesmo”.

Além das imagens, é preciso destacar a exatidão e a clareza científicas do projeto. “Desertificação”, por exemplo, é definida como o “resultado tanto de mudanças naturais do clima, quanto das atividades humanas ou da combinação dos dois” (p. 109). O texto está de acordo com o Programa Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca, que caracteriza a “degradação das terras nas zonas áridas, semiáridas e sub-úmidas secas” como “resultante de vários fatores, incluindo aqueles causados por variações climáticas e atividades humanas, sendo que esta última diz respeito, principalmente, ao uso inadequado dos recursos naturais” (MMA, 2005, p. 3). De fato, é sobretudo nas perspectivas de compreensão e ação sobre o que pode ser feito que o VAI se destaca.

Maia espalhou dicas sobre ser ativo na defesa do meio ambiente, como fica exemplificado na entrada “consumo consciente”. A fim de sensibilizar o leitor e motivá-lo a transformar as suas atitudes, a seção desenha o perfil de um consumidor ideal. Esse consumidor reflete sobre a disponibilidade de recursos, o impacto da fabricação, distribuição, consumo e descarte de produtos. Ele “busca o melhor preço, evita embalagens desnecessárias, leva a própria sacola ao mercado, tem sua própria caneca no trabalho para não precisar usar os descartáveis, produz menos lixo, colabora com a coleta seletiva” (p. 203).

Sob a ótica da educação ambiental e da metodologia da divulgação científica, o livro se aproxima dos preceitos da política de civilização, de Edgar Morin (2008). Na sua perspectiva holística, ambos colocam em evidência o “mal-estar ecológico” – expressão que Morin usa para caracterizar o conjunto de desequilíbrios, incertezas e riscos da geração atual –, e oferecem propostas concretas para preservar o meio ambiente. Ambos, por fim, objetivam resgatar a esperança em oposição a um cenário de degradação, vendo no ser humano a chave do processo de transformação da sociedade.

Com o propósito de “ser um instrumento de divulgação científica, de apoio à educação formal” (p. 15), VAI cumpre o seu objetivo de despertar o interesse pela educação ambiental, especialmente por se posicionar politicamente na recusa ao “Biocídio, com alegria e competência, com consciência e perícia, com ética e determinação” (primeira orelha). É preciso reforçar nosso laço com a biosfera. Como afirma Morin, “Recusando a regressão, resistindo à morte, abramo-nos para a metamorfose” (2008, p. 7).



REFERÊNCIAS

DAVIS, Julie. Young Children, Environmental Education and the Future. IN: Education and the Environment. Norman Graves, editor. London: World Education Fellowship, 1998.

Ministério do Meio Ambiente (MMA). Programa Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca. Brasília: Edições MMA, 2005.

MORIN, Edgar. Pour une politique de civilisation. Paris: Arléa, 2008.

Morcegos:

Agentes Negligenciados
da Sustentabilidade

Bats:

Neglected Agents
of Sustainability

Wilson Uieda*

Angelika Bred**

*Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista/Unesp,
18618-970 Botucatu, SP, Brasil.
Programa para a Conservação de Morcegos do Brasil (PCMBrasil)
www.acheimorcegos.com.br e aplicativo de celular *acheimorcego*
E-mail: wilson.uieda@gmail.com

**Rede de Sementes do Cerrado
E-mail: angelika.bredt@gmail.com

doi:10.18472/SustDeb.v7n1.2016.18617



Foto/Photo by: Merlin D. Tuttle

Revoada de milhões de morcegos insetívoros *Tadarida brasiliensis* deslocando-se em direção às áreas de plantações agrícolas onde vão se alimentar dos insetos, praga de lavouras, no estado do Texas, Estados Unidos.

*A cloud of millions of insectivorous *Tadarida brasiliensis* bats flying towards agricultural fields in Texas, United States, to feed on insects that are pests in crop production.*

INTRODUÇÃO

Para falar de sustentabilidade, não podemos deixar de fora os morcegos, esses mamíferos voadores presentes em nosso planeta há mais de 52 milhões de anos.¹¹ Ao longo do tempo alcançaram uma quantidade fenomenal de espécies, explorando uma grande variedade de alimentos e abrigos. Atualmente, existe uma distribuição mundial de 1.200 espécies de morcegos. Vale lembrar que, dentre os mamíferos, os números de espécies de morcegos são superados apenas pelo grupo dos roedores, que conta com 2.500 espécies.

Dentre os mamíferos, o grupo dos morcegos (Ordem Chiroptera) é o que mais levou vantagem na exploração de recursos alimentares e de abrigo, ao transformar seus membros superiores em asas. Uma vantagem adicional foi desenvolvida pela maioria dos morcegos (microquirópteros): a ecolocalização (biossonar) que integra o seu sistema de navegação. Na ecolocalização, o som produzido na laringe é emitido pela boca ou pelas narinas e, ao encontrar um obstáculo, os pulsos de som (ecos) retornam e são captados pelos ouvidos. Nos tímpanos dos morcegos, as vibrações no ar são convertidas em vibrações mecânicas; a glândula pineal é especializada para amplificar esses sons. Esse recurso é utilizado também por outros mamíferos (golfinhos, toninhas, algumas baleias, musaranhos) e por uma espécie de coruja (*Steatornis caripensis*).⁸

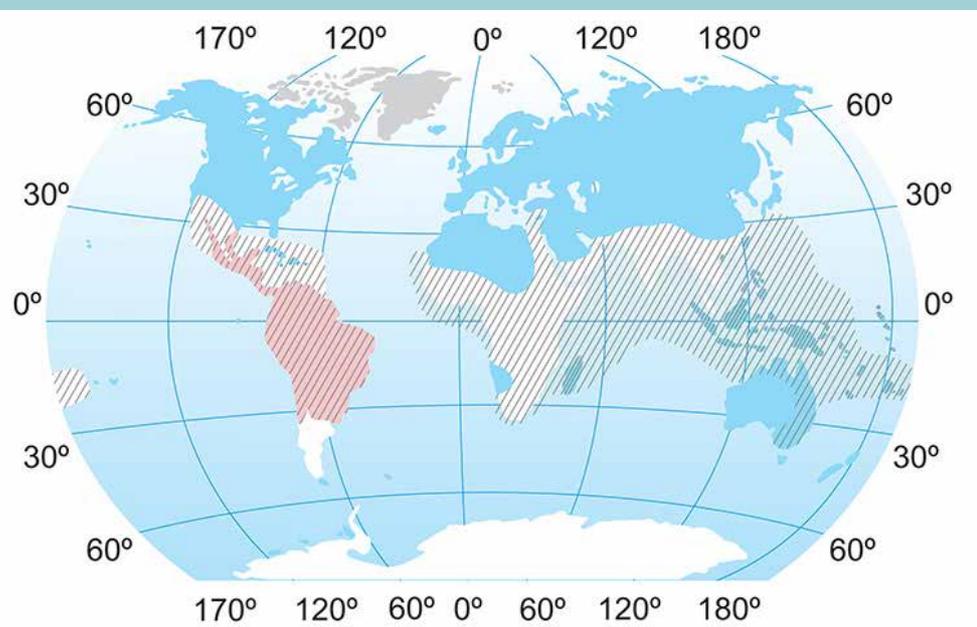
Apesar de os morcegos ocorrerem no mundo todo, com exceção das regiões polares e algumas ilhas oceânicas, a sua distribuição é limitada pela oferta de alimento. Assim, o grupo de morcegos que se alimenta de néctar, pólen, frutos, folhas e sementes (nectarívoros-frugívoros-granívoros) ocorre apenas nos trópicos e subtropicais do planeta (entre os Trópicos de Câncer e de Capricórnio), onde tem alimento disponível ao longo do ano. Essas espécies de morcegos, por outro lado, não ocorrem nas regiões temperadas, acima do Trópico de Câncer e abaixo do Trópico de Capricórnio, que se caracterizam por invernos rigorosos e prolongados e menor intensidade luminosa. Conseqüentemente, o alimento torna-se indisponível em certos períodos do ano.

INTRODUCTION

When discussing sustainability, bats cannot be left out. These mammals have inhabited our Planet for more than 52 million years¹¹ and, during this period, they have evolved into an incredible amount of species exploring a great variety of food and shelters. There is currently a worldwide distribution of 1,200 identified bat species. Among mammals, bats are only outnumbered by rodents, which account for a total of 2,500 species.

*Also, among other mammal species, bats (Order Chiroptera) were the most successful in seeking food resources and shelter since their upper members evolved into wings. An additional advantage developed by most bats (Microchiroptera) is their ability to find their prey in the dark through a remarkable navigation system called echolocation (biosonar). During the echolocation process, sounds produced in their larynx spread through their mouths or nostrils. When it reaches an obstacle, these sound pulses (echoes) return and are captured by their ears. Once in the bats eardrums, air vibrations are transformed into mechanical vibrations. Bats' pineal glands specialize in amplifying those sounds; a resource also used by other mammals such as dolphins, porpoises, shrews and some whales, and even by a species of owl, the *Steatornis caripensis*.⁸*

Although bats occur worldwide (with the exception of Polar Regions and some Oceanic islands), its geographical distribution is limited by food supply. For instance, bats that feed on nectar, pollen, fruits, leaves and seeds (the nectarivorous-frugivorous-granivorous group) can only be found in tropical or subtropical regions (between the Northern Tropic/Tropic of Cancer and the Southern Tropic/Tropic of Capricorn), where this kind of food sources are available all year round. This same nectarivorous-frugivorous-granivorous group could never survive in temperate zones – the regions located above the Tropic of Cancer or below the Tropic of Capricorn -, because the long, rigorous winters, together with lower levels of sunlight intensity turn food unavailable during certain periods of the year.



Distribuição geográfica de morcegos fitófagos (////) e hematófagos (●). Note que os primeiros podem ser encontrados nas regiões tropicais e subtropicais de todo o mundo, enquanto que os segundos só ocorrem no Novo Mundo (América Latina) (Adaptado de Richarz, K. & Limbrunner, A. *The World of Bats*. 1992).

*Geographical distribution of phytophagous bats (////) and hematophagous bats (●). Phytophagous bats can be found in Tropical and Subtropical regions all around the world, while hematophagous bats only exist in the so-called New World (Latin America) (Adapted from Richarz, K. & Limbrunner, A. *The World of Bats*, 1992).*

O grupo de morcegos que conseguiu se estabelecer em quase todas as regiões do planeta foi aquele cujo alimento, os insetos, também está amplamente disponível. Como resultado, os morcegos insetívoros formam, qualitativa e quantitativamente, o maior grupo entre os morcegos, compreendendo 70% do total de espécies, e formam colônias com poucos a milhões de indivíduos. Cabe salientar também que a insetivoria é o hábito alimentar mais primitivo e está associada à origem evolutiva dos morcegos.

In spite of the geographical limitation of most bat species, the insectivorous group has managed to settle in virtually every region of the world where their food source is widely available. Therefore, insectivorous bats constitute, both qualitatively and quantitatively, the biggest group among these animals, representing 70% of the total existing bat species. Insectivorous bats can create varied types of colonies, ranging from a just a few to no less than millions of members. Eating insects is the most primitive food habit and is a trait associated to the evolutionary origin of bats.



Foto/Photo by: Merlin D. Tuttle

A espécie insetívora *Tadarida brasiliensis* após ter capturado, em pleno voo, a mariposa *Helicoverpa zea*, principal praga das plantações de milho e algodão nos Estados Unidos. Essa espécie de morcego tem sido utilizada na América do Norte como controladora dessa praga agrícola com economia anual de milhares de dólares.

*The insectivorous bat species *Tadarida brasiliensis* after capturing in full flight a *Helicoverpa zea* moth, a major agricultural pest that damages corn and cotton plantations in the United States. The *Tadarida brasiliensis* bat is been used as a biological pest control agent in North America, saving thousands of dollars to local economies.*

Somente algumas espécies desenvolveram hábitos alimentares diferenciados, como é o caso dos morcegos que consomem, exclusivamente, sangue de vertebrados endotérmicos (aves e mamíferos). São apenas três as espécies hematófagas que, curiosamente, ocorrem somente na América Latina, no norte do México ao centro da Argentina.

A capacidade de voar e a ecolocalização permitiram aos morcegos, além da comida, explorar uma grande variedade de abrigos, tanto internos (cavernas, ocos de árvores, construções humanas etc.) quanto externos (troncos e folhagem de árvores etc.). O abrigo é um importante componente na vida dos morcegos, pois fornece um local seguro para repouso, reprodução e proteção contra as adversidades climáticas. Em geral, os morcegos que usam abrigos internos, apresentam alta fidelidade, vivendo durante vários anos no mesmo local. O desmatamento, a atividade agropecuária, a mineração e a urbanização têm contribuído para reduzir ou extinguir os seus abrigos naturais. Isso provoca o seu alojamento em construções humanas (casas, bueiros, túneis, etc.) e, conseqüentemente, aumenta as chances de seu convívio com os seres humanos, ou seja, morcegos e gente morando na mesma casa.

Agrupamento de quatro indivíduos do morcego frugívoro *Artibeus lituratus* em seu abrigo diurno, localizado na folhagem da copa de uma mangueira, na área urbana de Brasília, DF. É a espécie frugívora urbana mais comum no Brasil.

A grouping of four frugivorous bats of the Artibeus lituratus species in their daytime shelter: the foliage of a mango tree located in the urban area of Brasília, the capital city of Brazil. Artibeus lituratus is the most common frugivorous bat species in urban areas of Brazil.

Foto/Photo by: Angelika Bredt

Only a few bat species have developed differentiated food habits. This is the case of bats that consume blood from endothermic vertebrates (birds and mammals) as their exclusive food source. There are only three species of hematophagous bats in the world. Curiously enough, the three of them can only be found in Latin America, from the North of Mexico to the Central region of Argentina.

Thanks to their ability to fly and their echo localization skills, bats have been able to explore different food sources, and also a significant variety of shelters, both internal (such as caves, tree holes and human buildings) and external (such as tree trunks and foliage).

Shelters are key components in bats' lives since they provide a safe place for them to rest, reproduce and protect themselves against climatic adversities. In general, bats prefer shelters that are internal and remain loyal to them, returning to the same place to roost for several years. Nonetheless, human-led activities such as deforestation, agriculture, mining and urbanization have all contributed to the reduction or to the direct extinction of their natural shelters. This has forced bats to roost inside human constructions, including houses, drains and tunnels, increasing the chances of contact with human beings. As a result, men and bats frequently end up living in the same house.



Wilson Uieda
e Angelika Brød

Foto/Photo by: Therys Midori Sato

Colônia do morcego frugívoro comum *Carollia perspicillata* em casa abandonada em Açailândia, MA. Essa espécie de morcego é frequente em áreas desmatadas para expansão agrícola e pecuária, como no estado de Rondônia.

*A colony of common frugivorous *Carollia perspicillata* bats roosting in an abandoned house in Açailândia, Maranhão, Brazil. This bat species is frequently found in deforested lands devoted to agricultural or beef production, as it regularly happens in Maranhão State.*



Foto/Photo by: Wilson Uieda

Dois casas da comunidade ribeirinha do Laranjal no município de Portel, PA. Por causa da pobreza da população e do clima quente, a maioria das casas não possui paredes e as pessoas dormem em redes. Essas condições facilitam a entrada e os ataques dos morcegos. Porém, em 2004, um surto de raiva humana em Portel, transmitida por *Desmodus rotundus*, provocou a morte de 16 pessoas desse município e duas delas moravam nessas casas.

*Two traditional houses located in the riverside community of the district of Portel, PA, Brazil. Due to both the existing poverty and the hot weather, most local houses are built without walls and people sleep in hammocks. These living conditions facilitate bat attacks. In 2004, a human rabies outbreak, transmitted by the *Desmodus rotundus* bat species, caused the death of 16 people in the Portel district. Two of the victims inhabited the houses pictured in this photo.*



Foto/Photo by: Susi M. Pacheco

Um grupo de cerca de 3.000 indivíduos do morcego insetívoro *Tadarida brasiliensis* na parede do telhado de um prédio urbano da cidade de Porto Alegre, RS. Esse telhado abrigava uma colônia estimada em 17 mil indivíduos. No Brasil, essa espécie ocorre somente nas regiões Sul e Sudeste.

*A colony of around 3,000 members of the insectivorous bat species *Tadarida brasiliensis* covering the roof wall of an urban construction in Porto Alegre city, Rio Grande do Sul, Brazil. This roof shelters a colony of an estimated number of 17,000 members. In Brazil, the *Tadarida brasiliensis* bat species is only found in the Southern and Southeastern regions of the country.*

Os morcegos estão entre os animais que mais causam aversão aos humanos, sendo difícil reduzir ou acabar com o sentimento de rejeição ou com a noção de que a presença e a proximidade de morcegos sejam perigosas, prejudiciais e indesejáveis.² Contudo, acreditamos que os morcegos se prestam ao papel de propulsores de ações para conservação, podendo servir de agentes de sensibilização humana para ações práticas de conservação da biodiversidade e de sustentabilidade.

Morcegos e insetos

Um dos grandes serviços ambientais prestados pelos negligenciados morcegos é o controle de insetos. Esse serviço, até poucos anos atrás, passava despercebido ao ser humano. O crescimento da população mundial, que necessariamente precisa comer, tem gerado um aumento da produção agrícola. Vastas áreas são desmatadas para dar lugar a monoculturas extensas que, por sua vez, são um forte atrativo para os insetos comedores de plantas. Dados revelam que 18% a 26% da produção mundial de grãos são destruídos anualmente por artrópodes (insetos e ácaros) causando um prejuízo estimado de 470 bilhões de dólares.¹³ O Brasil é o segundo maior produtor de alimentos do mundo, atrás apenas dos Estados Unidos, mas é o primeiro no ranking de consumo de agrotóxicos, superando 300 mil toneladas anuais.^{10,16} O uso de agrotóxicos na agricultura brasileira cresceu 700% nos últimos 40 anos. Somente em 2014, esse mercado movimentou aproximadamente 12 bilhões de dólares, o equivalente a cerca de 39 bilhões de reais.¹⁰

Many humans consider bats to be among the most disgusting animals on Earth. Ending or even reducing these appalling feelings or the notion that bats constitute a dangerous and undesirable company for human beings seems to be a complex task². In spite of their negative image, bats are key agents for the conservation of biodiversity, and their presence continues to sensitize human beings about the need of taking practical steps towards sustainability.

On Bats and Insects

One of the most relevant environmental services provided by bats is insect control. Until recently, however, the importance of this service, which is a real ally to agriculture, was not taken seriously. With the steady growth of human population, however, things have started to change, especially since the existence of more people means an extra need for food and an increase of agricultural production. As a consequence, extensive areas of land are deforested in order to open space for large-scale monocultures. Monocultures attract plant-eating insects, and plant-eating insects are precisely responsible for the destruction of no less than 18 to 26% of the world's total grain production each year. This destruction generates an estimated financial loss of 470 billion dollars¹³.

In this scenario of growing population pressure, Brazil plays a key role by being the second biggest food producer in the world, surpassed only by the United States. At the same time, Brazil is first in the world's ranking of agrochemical consumption, with more than 300 million tons of agrochemicals used each year^{10,16}. Moreover, the use of agrochemicals has increased by 700% during the past 40 years in the country. Only in 2014, this market generated an approximate total of 12 billion dollars in Brazil¹⁰.

Foto/ photo by Merlin D.Tuttle

Emergência crepuscular do morcego insetívoro colonial *Tadarida brasiliensis* da Bracken Cave, no estado do Texas, Estados Unidos. Essa caverna é famosa por abrigar uma colônia de milhões de indivíduos dessa espécie que rendem recursos e empregos para o ecoturismo.

*Millions of Brazilian free-tailed bats, *Tadarida brasiliensis*, emerge at dusk from the Bracken Cave in Texas, United States. Bracken Cave, famous for sheltering the largest colony of bats in the world, has become a local source of income and employment generated by ecotourism*

Ironicamente, ou por pura vingança da natureza pelo descaso ambiental, registrou-se na região do Cerrado, desde 2012, a presença da lagarta da mariposa, *Helicoverpa armigera*, causando sérios prejuízos econômicos às lavouras de milho, algodão, soja, feijão comum e caupi, milheto e sorgo, além de tomate, café e citros. O agronegócio está muito preocupado; o Ministério da Agricultura prepara-se para enfrentar mais uma praga; a Embrapa propõe o “Plano de Manejo Integrado de *Helicoverpa* spp. em Áreas Agrícolas”⁹. Dentre as várias causas apontadas para o estabelecimento dessa praga, destacamos uma, apontada no Plano de Manejo: “A Embrapa considera que o crescimento populacional de lagartas do gênero *Helicoverpa* e os consequentes prejuízos aos sistemas de produção foram ocasionados por um processo cumulativo de práticas de cultivo inadequadas, caracterizadas pelo plantio sucessivo de espécies vegetais hospedeiras (milho, soja e algodão) em áreas muito extensas e contíguas, associadas a um manejo inapropriado dos agrotóxicos”.

Essa voraz lagarta vem há décadas atormentando as lavouras de soja, milho e algodão dos nossos vizinhos norte-americanos e o seu controle vem sendo praticado com pesticidas. A estratégia de controle da praga americana *Helicoverpa zea* (pertence ao mesmo gênero da espécie da praga brasileira *Helicoverpa armigera*) começou a tomar outro rumo nos últimos 20 anos por meio de pesquisas feitas com a espécie de morcego insetívora *Tadarida brasiliensis*, que é migratória (do norte do México ao sudoeste dos Estados Unidos) e forma colônias de milhões de indivíduos. No estado norte-americano do Texas os pesquisadores observaram que esses morcegos saem ao entardecer dos seus abrigos, cavernas ou juntas de dilatação de viadutos, e voam em direção aos campos de cultivo de milho e algodão, quando ocorre a grande eclosão (emergência) de mariposas. Chegam a percorrer distâncias de até 100 km/noite. Cada fêmea de morcego, com cerca de 12g de peso, consome uma média de 1,5 mariposa fêmea/noite, evitando assim que cerca de cinco lagartas prejudiquem a plantação a cada noite. Dessa forma, um milhão de morcegos seria capaz de consumir cerca de 1,5 tonelada de mariposas/noite. Ao deixar de aplicar pesticidas nas lavouras de algodão/milho, o produtor faz uma economia de US\$ 185/ha/noite, graças aos serviços ambientais prestados pelos morcegos insetívoros.^{6,11}

*Ironically, or maybe as a logical revenge from a Mother Nature who is tired of environmental neglect, the Cerrado region in Brazil, since 2012, registered the occurrence of the moth caterpillar known as *Helicoverpa armigera*. This caterpillar is causing serious financial losses to corn, cotton, soybean, beans, cowpea, pearl millet, sorghum, tomato, coffee and citrus producers. The local agribusinesses sector is concerned and officials from the Brazilian government are preparing a strategy to face this pest: the Brazilian Agricultural Research Corporation (EMBRAPA), a state-owned research corporation affiliated with the Brazilian Ministry of Agriculture, has proposed to launch an “Integrated Pest Management Plan to Combat *Helicoverpa* spp. in Agricultural Areas”⁹. In the text of the Plan, EMBRAPA observes that among the several reasons for the onset of the *Helicoverpa* pest is the cumulative process of inadequate farming practices and the successive cultivation of host plants such as corn, soybean and cotton in extensive and contiguous areas. The same experts also blame the large-scale use of pesticides that favor the resurgence and/or arrival of pest species and even the increase of pest resistance.*

*The voracious species of caterpillar that took Brazil by surprise is no novelty in the United States. In fact, the *Helicoverpa* has damaged soybean, corn and cotton plantations in Brazil’s North American neighbor for decades. Controlled through the use of pesticides, the American caterpillar is called *Helicoverpa zea* and belongs to the same genus of the Brazilian species *Helicoverpa armigera*. Scientific research conducted during the past two decades has brought light to the biological control of this pest. Observation revealed the habits of the migrant insectivorous bat species *Tadarida brasiliensis*. Female Brazilian free-tailed bats travel from the north of Mexico towards the southwest of the United States to give birth and nurse their pups in maternity colonies of millions of members at the Bracken Cave.*

In Texas, researchers observed that these insectivorous bats leave their shelters, caverns or expansion joints in bridges at dusk at the same time as the caterpillar moths emerge from the corn and cotton fields. Brazilian free-tailed bats can fly up to 100 km per night in search of food. Each female weighing around 12 grams can eat an average of 1,5 female moths per night avoiding therefore, the birth of approximately five caterpillars, which would otherwise be attacking the plantation every night. By avoiding the use of pesticides in cotton and corn plantations through the environmental services provided by these insectivorous bats, American producers save around US\$ 185/hectare/night^{6,11}.

No Brasil, o morcego *Tadarida brasiliensis* ocorre nas regiões Sul e Sudeste, onde forma colônias com milhares de indivíduos (e não milhões). Pouco se sabe sobre as suas migrações, as suas rotas, os seus locais de abrigo e sobre os insetos que consomem. Por isso, não sabemos se a espécie poderia exercer no Brasil o mesmo papel ecológico e econômico que as suas populações exercem nos Estados Unidos. Além disso, a sua distribuição restrita ao Sul e Sudeste brasileiro limita a sua importância. Contudo, acreditamos que a espécie também insetívora *Nyctinomops laticaudatus*, frequente em todo o território brasileiro, menos na região Sul, poderia realizar ou já estar realizando parcialmente o controle das pragas de lavouras. Essa espécie não é migratória e busca abrigo, principalmente, em vãos ou juntas de dilatação de construções humanas (viadutos, prédios, estádios de futebol, barragens de represas etc.), onde forma colônias com milhares de indivíduos. É possível que a pouca disponibilidade de abrigos seja um fator limitante para a presença da espécie nas extensas áreas agrícolas brasileiras.

Considerando a diversidade mundial de morcegos insetívoros, poderíamos supor que, além do controle de pragas das lavouras, eles agem sobre os insetos transmissores de doenças. Anualmente, os órgãos de saúde aplicam toneladas de inseticidas em casas e ambientes onde vivem os mosquitos vetores da malária, leishmaniose, dengue, zika, chikungunya, febre amarela, etc., sem avaliar os possíveis danos que esses inseticidas causam aos predadores naturais desses insetos.

Não importa se os morcegos são considerados feios, sujos, nojentos, asquerosos. O que importa é mudarmos a nossa visão sobre esses inteligentes animais, cujos pequenos cérebros são capazes de calcular em fração de segundos a distância e velocidade que devem percorrer para capturar um inseto ou desviar de um obstáculo.

Morcegos e plantas

Os morcegos têm uma forte relação mutualística com as plantas. Cerca de um quarto de suas espécies são fitófagas e utilizam frutos, néctar, pólen e folhas em sua dieta. No Velho Mundo as espécies fitófagas pertencem à família Pteropodidae (185 espécies) e no Novo Mundo são da família Phyllostomidae (160 espécies). A importância ecológica desse grupo é mundialmente conhecida, seja na dispersão de sementes, seja na polinização das plantas. A importância social e econômica de diversas espécies tem sido estudada, e práticas de sustentabilidade têm sido realizadas em diversas regiões envolvendo esses animais.

*In Brazil, the *Tadarida brasiliensis* bats form colonies with thousands of members (not millions, like in North America). So far, knowledge about their migration habits and routes, as well as their preferred shelters and insects remains scarce. As a consequence, it is difficult to establish if this species would be able to play the same ecological and economic role in Brazil that it plays in North America. Besides this, its geographical distribution, restricted to the South and Southeast regions of Brazil, limits their potential for pest control. However, the *Nyctinomops laticaudatus* species, which is also insectivorous and can be found across the entire Brazilian territory (with the exception of the South region may be able to partially control agricultural pests and, differently from the *Tadarida brasiliensis*, it does not migrate, preferring to shelter its colonies of thousands of individuals in the expansion joints of human constructions such as bridges, buildings, football stadiums, and dams. The lack of shelters of this type may, however, limit the large-scale presence of *Nyctinomops laticaudatus* bats in agricultural lands in Brazil.*

Considering the diversity of insectivorous bats spread around the world, it seems fair to assume that they also play an important role in the control of disease vector insects. Disregarding this fact, however, health agencies routinely apply tons of pesticides in houses and other environments that serve as breeding places to mosquitoes, which are vectors of diseases such as malaria, leishmaniasis, dengue, zika, chikungunya, and yellow fever, among others, seemingly ignoring the negative impact that these pesticides can have on many of the natural predators of insects, such as bats.

It doesn't matter if bats are considered ugly, dirty, disgusting, or even repulsive. What should be taken into account is the need to change our vision about these intelligent animals, whose small brains are capable of estimating, within a fraction of a second, the required distance and speed to catch an insect or to evade an obstacle.

On Bats and Plants

Bats maintain a strong mutualistic relationship with plants: around a quarter of bat species are phytophagous and consume fruits, nectar, pollen and leaves as a part of their diets. In the Old World, the phytophagous species belong to the Pteropodidae family (185 species) and in the New World they belong to the Phyllostomidae family (160 species). Their ecological importance is recognized worldwide: phytophagous bats are known to contribute to seed dispersal and to plant pollination. Both their social and economic relevance have been extensively studied, leading to the implementation of concrete sustainability practices in different regions of the world.

Morcegos polinizadores

As flores das plantas que fazem parte de sistemas de polinização por morcegos abrem no período noturno, quando os órgãos sexuais femininos e masculinos estão prontos para a fertilização. Como esse processo dura somente alguns minutos ou poucas horas, os morcegos têm demonstrado eficiência na propagação do material polínico de uma planta para outra. É o caso do jatobá-da-mata (*Hymenaea courbaril*), na região amazônica, em que morcegos percorrem 18 km de uma planta para outra, em uma mesma noite.¹¹ As flores das plantas polinizadas por morcegos duram somente uma noite, geralmente são esverdeadas, esbranquiçadas, amarronzadas ou marrom-avermelhadas e se localizam fora da folhagem.¹² Os produtores de pitáia (cactácea), por exemplo, quando não há morcegos nectarívoros na sua região, precisam acordar de madrugada para realizar manualmente a polinização.

Glossophaga soricina é uma das 15 espécies brasileiras de morcegos nectarívoros conhecidas, responsáveis pela polinização de inúmeras plantas. Na foto, vemos a presença de pólen no rosto do morcego. Para alcançar o nectário da flor, o morcego introduz parte da sua cabeça no tubo floral e nesse momento entra em contato com os estames que contêm o pólen (elemento reprodutor masculino da flor).

Pollinating Bats

*The flowers of the plants involved in the pollination process carried out by bats blossom during night time. It is in the dark of the night that the female and male sexual organs of these plants become ready for fertilization. Every night, and before the flowers fade, bats manage to pollinate these plants while feeding themselves during a small window of opportunity lasting from a few minutes to a few hours. Skilfully, they propagate pollen from one plant to another, as it happens with the jatobá-da-mata (*Hymenaea courbaril*) in the Amazon region, where they can fly around 18 km in one single night, pollinating plant after plant¹¹.*

*Night flowers pollinated by bats live only one night and are external to the foliage. These flowers, which never see the sunlight, exhibit petals that generally have greenish, whitish, brownish or brownish-reddish tonalities¹². When the laborious nectarivorous bats are not around to help, producers need to wake up before sunrise to manually pollinate the flowers of the dragon fruit of the pitaya plant (*Cactaceae* family).*

Glossophaga soricina is one of the 15 known nectarivorous bat species in Brazil, and are responsible for the pollination of a great number of plants. This picture shows a bat with pollen all over its face. In order to reach the nectary (a gland-like organ located outside or within a flower that secretes nectar), bats need to introduce their small heads into the flowers tubes, thus contacting the stamens, a slender filament supporting the flowers anthers.



Foto/Photo by: Wilson Uieda

Um exemplo clássico é a relação dos morcegos nectarívoros com as agaves-azuis (*Agave tequilana*), que ocorrem entre o sul dos Estados Unidos e a região central do México. Das agaves-azuis se produz uma das mais conhecidas bebidas alcoólicas mexicanas – a tequila. Apesar de o seu plantio ser feito por meio da propagação vegetativa, as populações nativas de agaves são dependentes dos morcegos para a sua reprodução e fonte de novas variedades genéticas. Esses morcegos abrigam-se em cavernas nas quais convivem com diversos outros morcegos, inclusive com a espécie hematófaga *Desmodus rotundus* que, por causa de seu papel na transmissão da raiva dos herbívoros, sofre controle de suas populações. Pesquisadores argumentam que esse controle realizado nas cavernas tem afetado também as populações dos morcegos nectarívoros trazendo prejuízos às agaves nativas no México e no sul dos Estados Unidos, por causa do hábito migratório desses morcegos entre essas regiões.¹

Morcego nectarívoro *Glossophaga soricina* visitando as flores do *Agave sisalana*, planta introduzida no Brasil e utilizada para a produção do sisal, principalmente na região Nordeste.

*A classic example of the relationship between bats and flowers is the link between a nectarivorous bats species, the *Leptonycteris nivalis*, popularly known as greater long-nosed bat, with the *Agave tequilana* flower, commonly called blue agave (agave azul) or tequila agave. The blue agave, which grows in an area extending from the south of the United States to the center of Mexico, is an important economic product of Mexico, due to its role as the base ingredient of tequila, a popular distilled beverage in that country.*

*Greater long-nosed bats seek shelter in caverns that they share with other bats species, including the hematophagous *Desmodus rotundus*. Due to their role in the transmission of rabies in herbivores, *Desmodus rotundus* are subject to populational controls. Such a control, conducted mainly in shelters located inside caverns, has indirectly affected the population and migration habits of the *Leptonycteris nivalis* bats. Consequently, the strategy has also damaged the growth of native agaves in Mexico and in the south of the United States¹.*

*A nectarivorous *Glossophaga soricina* bat visiting the flowers of an *Agave sisalana* plant. The *Agave sisalana* was introduced in Brazil around 1910 and is the raw material of sisal, a hard fiber that is biodegradable and needs almost no pesticides or fertilizers for its cultivation, which in Brazil takes place mainly in the Northeastern region*



Foto/Photo by: Wilson Uieda

Além da tequila, as agaves são fontes de outras bebidas e da fibra vegetal – sisal, considerada a mais dura e resistente fibra do planeta, usada na fabricação de cordas, barbantes, tapetes, estofamentos de carros e artesanatos, entre outros. A associação das agaves com os humanos é antiga, cerca de 10.000 anos atrás.

Atualmente, as agaves são cultivadas em várias partes do mundo, inclusive no Brasil. Depois de 100 anos de sua introdução no nosso território, o Brasil tornou-se o maior produtor e exportador mundial de sisal. Em 2011, a produção brasileira chegou a 111 mil toneladas, sendo 95,8% produzido no estado da Bahia.

O território do sisal, mais conhecido como região sisaleira da Bahia, está localizado no semiárido, no nordeste do estado. Abrange uma centena de municípios baianos, com quase 1,5 milhão de habitantes. O cultivo do sisal ocorre em propriedades de pequeno porte, menores que 15 ha, com mão de obra familiar, gerando empregos diretos e indiretos para 700 mil pessoas. A produção do sisal tira vantagem da demanda crescente por produtos naturais, principalmente em substituição aos derivados fósseis. Ele apresenta vantagens ecológicas (é reciclável e renovável), sociais (ele demanda muita mão de obra local ligada à agricultura familiar) e econômicas (fibras naturais são mais leves, mais resistentes e mais baratas). Tudo isso faz da cultura da agave uma atividade muito importante na Bahia, apesar de ser considerada uma lavoura de escravos, pelas péssimas condições de trabalho.

O cultivo das agaves do sisal também se faz por propagação vegetativa, no entanto, os estoques genéticos dessa espécie de Agave ainda dependem dos serviços ecossistêmicos dos morcegos nectarívoros para a manutenção da sustentabilidade, a longo prazo, da natureza e das comunidades nordestinas do território do sisal.

Os pequizeiros, tão comuns nas regiões do nosso Cerrado, também são plantas polinizadas, principalmente, por morcegos. O pequi é muito apreciado na gastronomia popular e tem sido utilizado em muitas receitas. Pode-se dizer que da árvore do pequizeiro podemos aproveitar tudo – folhas, frutos, casca, tronco e raízes. Muitos estudos ainda são necessários para um melhor aproveitamento do pequizeiro, amplamente distribuído no bioma Cerrado, ocorrendo desde o sul do Pará, até o Paraná e Paraguai.⁷ Estudos têm revelado o grande potencial dos óleos de pequi para a produção de biodiesel e a recuperação de áreas degradadas.⁷

Currently, agaves are cultivated in several regions of the world, including Brazil. Just a century after the plant's introduction in Brazil, the country became the world's largest producer and exporter of sisal. In 2011, Brazil's sisal production amounted to a total of 111,000 tons, of which 95,8% had been produced in the Northeastern state of Bahia. Sisal's production territory is located in the Northeast of Bahia, in the Semiarid region. This territory covers around a hundred districts with an estimated population of 1,5 million inhabitants. Most sisal production comes from smallholders who own properties of less than 15 hectares and who work along with their families.

Sisal production has grown in the light of the increasing demand for natural products. Sisal offers ecological advantages (it is recyclable and renewable), social advantages (whole families are involved in their production) and economic advantages (natural fibres are lighter, more resistant and cheaper than synthetic fibres). In spite of the poor working conditions suffered by many of the involved family producers (which some people equal to modern slave work), sisal is considered a very important economic activity in the State of Bahia, generating around 700,000 direct and indirect jobs.

The cultivation of sisal agaves plants can be performed by vegetative propagation, however, genetic stocks of this species of Agave still depend on the ecosystem services provided by nectarivorous bats to preserve the environment, the northeastern communities of the sisal territory and sustainability in the long run.

Mainly pollinated by bats, Pequi trees, so frequent in the Cerrado biome of Brazil (from the Pará State to Paraná State) and Paraguay⁷, provide fruits used in many traditional recipes, playing an important role in local culinary. As usual in such cases, the Pequi flowers do not have a pleasant smell but produce copious thin nectar. Flowers open in the evening and produce nectar throughout the night, when bats visit them, and ceasing in the early morning. Pequi trees can be used, literally, from roots to foliage: their leaves, the flesh and skin of their fruits, their wood and even roots, all can be used for nutritional, health, economic or even artistic purposes. Although additional research on Pequi is needed, existing scientific studies have already shown the potential of Pequi oils for the production of biodiesels and for the recovery of degraded lands⁷.



Foto/Photo by: Manoel Claudio da Silva Jr.

O pequi (*Caryocar brasiliense*), inconfundível pelo seu cheiro, faz parte da culinária cerradense e sua polpa é rica em vitaminas A, C e E, betacaroteno, fibras e gorduras, além de diminuir os radicais livres. A manutenção da planta “em pé” é importante para a preservação do Cerrado e para a geração de renda das comunidades regionais.

O governo federal brasileiro tem demonstrado interesse na exploração sustentável do pequi de modo a favorecer o meio ambiente, as pequenas comunidades da região Centro-Oeste e a economia regional. Contudo, os dados levantados pelo IBGE em 2006 e 2014 são pouco animadores.⁴ Mesmo havendo um crescimento da produção anual, ocorrem fortes oscilações. Segundo o IBGE⁴, em 2006 a produção extrativa de frutos de pequi foi de 5.351 toneladas. A região Nordeste foi a maior produtora, com 53,8%, enquanto o Sudeste contribuiu com 31,0%, o Centro-Oeste com 8,5% e o Norte com 6,7%. Em 2014, a extração dos frutos do pequi alcançou 19.241 toneladas, com o Sudeste produzindo 75,6%, o Centro-Oeste com 15,8% e o Nordeste produzindo apenas 8,6%, provavelmente, por causa da expansão do agronegócio para esta região.

Caryocar brasiliense, known as Pequi, is an edible fruit easily recognizable for its smell. The Pequi is popular in some areas of especially in Brazil's central-west region, as well as in Northern Paraguay. Rich in vitamins A, C and E, as well as in beta-carotene, fibers and fats. Pequi fruits also contribute to the decline of free radicals in the human body. Preserving the pequi tree plant can help save the Cerrado biome and generate income for local communities.

With the aim of preserving local environment and economy, as well as the culturally rich livelihoods of communities that inhabit the Central Western region of the country, the Federal Government of Brazil has taken action towards the sustainable exploitation of Pequi. In spite of these official efforts, however, statistics from the years of 2006 and 2014 have not been very encouraging⁴: according to the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE, in Portuguese), in spite of a yearly growth in production rates, oscillations are strong. According to IBGE data, in 2006 the extractive production of Pequi fruit amounted to 5,351 tons, with the Northeast region being the largest national producer with 53,8% and the Central western region amounting to 8,5%. Eight years later, in 2014, the total extraction of Pequi fruit reached 19,241 tons, with an important shift towards the South west region of the country, with 75,6% of the national production, the Central western region producing 15,8% and the Northeast region producing only 8,6%, of the national total. This change may reflect, among other factors, the expansion of large-scale agribusiness to the Northeast region.

O morcego nectarívoro *Glossophaga soricina* visitando uma flor do pequi (Caryocar brasiliense). Os estames tocam o ventre e o rosto do morcego.

A nectarivorous bat of the *Glossophaga soricina* species visiting a Pequi flower (*Caryocar brasiliense*). Note how the flower's stamen reaches the bat's belly and face.

Foto/Photo by: Christiano P. Coelho



Conservar os morcegos nectarívoros e os seus ambientes, principalmente os seus abrigos, como cavernas e construções humanas (bueiros de rios e estradas, telhados de casas, etc.) é garantir a produção dos pequi, tornando o Cerrado sustentável e produtivo para os animais e os humanos. Apesar de as flores do pequi receberem diversos tipos de visitantes, como beija-flores, abelhas, morcegos e mariposas, estudos mostram que os verdadeiros polinizadores são esses dois últimos, principalmente os morcegos.

Given the importance of bats and perhaps of birds for pollination, the removal of native woodlands of Pequi may have long-term negative impacts on fruit yields. Conserving pollinators habitat is probably crucial for Pequi trees, and also for the generation of jobs and income linked to the survival of this tree among the regional communities living in the Cerrado biome. Even if the Pequi trees receive the visit of other potential pollinators, such as hummingbirds, ants and bees, most studies confirm that bats, along with moths, are the main pollinator agents of the Pequi flowers.

Floração do pequi (Caryocar brasiliense), a árvore símbolo do Cerrado, cujas flores se abrem à noite e são polinizadas por morcegos.

A Pequi tree (Caryocar brasiliense), the symbol of the Cerrado biome in Brazil, in blossom. Pequi flowers open at dusk and are pollinated by bats.



Foto/Photo by: Angelika Bredt

Outra relação de sustentabilidade importante envolve morcegos nectarívoros e onívoros e os jatobás. No Brasil, três espécies de jatobás são conhecidas pela sua importância econômica e medicinal: *Hymenaea courbaril*, *H. stigonocarpa* e *H. martiana*.⁵ Todas ocorrem no Cerrado e apresentam ampla distribuição na América do Sul e América Central. A polinização dos jatobás depende das atividades noturnas dos morcegos nectarívoros (*Glossophaga soricina*) e onívoros (*Phyllostomus discolor*), comuns e, também, de ampla distribuição na América Central e do Sul.

*As mentioned earlier in this essay, another sustainable relationship between plants and mammals is the one involving nectarivorous and omnivorous bats and the Jatobá trees. The *Hymenaea* genus comprises two-dozen species of tall trees distributed in tropical parts of South America, Mexico, and Cuba. In Brazil, three Jatobá species are specially worshipped for their economic use as well as their medical properties: the *Hymenaea courbaril*, the *Hymenaea stigonocarpa* and the *Hymenaea martiana*.⁵ The three of them can be found in the Cerrado biome and are also widely spread in other Southern and Central America countries. Jatobás are pollinated through the night interventions of nectarivorous (*Glossophaga soricina*) and omnivorous (*Phyllostomus discolor*) bats, also widely present in Southern and Central America.*



Foto/Photo by: Paulo E. Oliveira

Jatobás have highly resistant and lasting timber, which was used in the construction of sleepers (cross-ties) of the Carajás railway. The Carajás railway extends its Jatobá sleepers for 892 km, linking the world's largest open-pit iron mine, in Carajás, in the southeast of the Pará State, to the Port of Ponta da Madeira, in São Luís, Maranhão. The Jatobá resin, known in Portuguese as jutaicaica, is used as a medicine for humans. Indigenous peoples used this resin in their arrowheads to set fire to their enemies' houses. Jatobá flour, used to make a traditional kind of porridge (mingau, in Portuguese) as well as pau de Jatobá, is a rich source of proteins, similar to that of corn flour and superior to manioc (cassava) flour. One hundred grams of Jatobá fruit provide around 115 calories, 29.4 grams of glycidides and 33 milligrams of Vitamin C. Researchers from the Federal University of Pará have observed that the powder extracted from the seeds of Jatobá can be used as a coagulant when transforming latex from rubber trees into rubber. The mix of Jatobá seed powder with latex does not require the consumption of any kind of energy and can be produced by the same communities that collect latex from the Seringueiras.

*A nectarivorous bat *Glossophaga soricina* (above) and an omnivorous bat *Phyllostomus discolor* (below) visiting a flower of a Jatobá-do-Cerrado (*Hymenaea stignocarpa*) in Minas Gerais State, Brazil. This species of Jatobá is one of the three *Hymenaea* species that are most worshipped by populations from the Cerrado biome. Bats are responsible for the pollination of the three species.*

Fotos/Photos by: Christiano P. Coelho

O jatobazeiro fornece muitos produtos aos humanos. A sua madeira tem alta resistência e durabilidade; foi utilizada, por exemplo, como dormentes na Estrada de Ferro de Carajás. A resina de jatobá, conhecida como jutaicaica, pode ser usada como remédio. As tribos indígenas usavam essa resina na ponta das suas flechas para atear fogo nas casas dos inimigos. O valor proteico da farinha de jatobá é semelhante ao do fubá de milho e superior ao da farinha de mandioca. Com ela pode ser feito o mingau e o pau de jatobá. Cem gramas do fruto fornecem 115 calorias, 29,4 gramas de glicídios e 33 miligramas de vitamina C. Pesquisadores da Universidade Federal do Pará descobriram que o pó da semente de jatobá pode ser usado como coagulador no processo de transformar látex de seringueira em borracha. A mistura de pó de semente de jatobá e látex não gasta energia e pode ser feita nas próprias comunidades coletoras de látex.

O morcego nectarívoro *Glossophaga soricina* (acima) e o morcego onívoro *Phyllostomus discolor* (abaixo) visitando as flores do jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stignocarpa*). Os jatobazeiros são importantes na economia regional e na recuperação de áreas degradadas e são polinizados por morcegos.



Morcego frugívoro comum *Carollia perspicillata* comendo frutos de uma infrutescência de *Piper tuberculatum*. Espécies de *Piper* são importantes nos estágios iniciais da sucessão ecológica em áreas naturais e áreas desmatadas pelos humanos.

A common frugivorous bat (Carollia perspicillata) eating an infructescence of Piper tuberculatum. Piper species are important in the early stages of ecological succession in areas that have been deforested either naturally or by humans.

Foto/Photo by: Merlin D. Tuttle

Morcegos dispersores de sementes

Uma das relações mais estudadas pelos especialistas em morcegos no Brasil é a sua função de dispersão de sementes. São conhecidas diversas espécies de plantas e morcegos que participam dessa relação mutualística na América Latina e que foram compiladas recentemente por Bredt et al. (2012)³. Podemos dizer que a recuperação de áreas degradadas, naturalmente ou provocadas pelos humanos, só ocorre pelos serviços ambientais dos morcegos frugívoros. O processo de recuperação é diferente para cada caso. Nas áreas naturalmente perturbadas ou degradadas, como pela queda de uma grande árvore, queimadas naturais, tempestades e inundações, o banco de sementes está no solo e fornece material para a sucessão ecológica. Essas sementes são impedidas de germinar por falta de luz solar incidindo diretamente no solo. Nas áreas degradadas pelos humanos, como os pastos, lavouras, cidades e estradas, o banco de sementes é destruído pelas sucessivas alterações do solo.

One of the most studied behavioral traits of bats in Brazil is their seed dispersal function. In Latin America, several species of plants are known to be involved in this mutualistic relationship with bats, as described by Bredt et al. (2012)³. The recovery of naturally or human led degraded areas is directly linked the environmental services of frugivorous bats. But this recovery process is different for each case. In naturally disturbed or degraded areas, such as the fall of large trees, natural fires, storms and floods, the seed bank is in the soil and provides material for ecological succession. These seeds are often prevented from germinating by the lack of direct sunlight on the ground. In degraded areas by humans, such as pastures, farms, cities and roads, the seed bank is destroyed by the successive alterations inflicted to the soil.

Consideramos duas espécies de morcegos frugívoros como os mais importantes regeneradores de áreas degradadas: *Carollia perspicillata* e *Sturnira lilium*. A primeira é especializada em consumir infrutescências de *Piper* (popularmente conhecidas como pimenta-de-macaco ou jaborandi) e a segunda é especializada em frutos de *Solanum* (jurubeba). É comum ver nas margens dos cursos de água e estradas vicinais, com pastagens e plantações, muitas plantas arbustivas dos gêneros *Piper* e *Solanum* crescendo aleatoriamente. Trata-se de uma clara indicação das atividades dessas duas espécies de morcegos e que estarão usando abrigos nas proximidades, como construções abandonadas ou bueiros de rios e estradas. Outras plantas como as embaúbas (*Cecropia*), pau-de-lacre (*Vismia*) e figueiras (*Ficus*) podem também ser consideradas como pioneiras, não dos estágios iniciais da sucessão ecológica, mas dos estágios intermediários.

*Two species of frugivorous bats are the most important in the role of regenerating degraded areas: *Carollia perspicillata* and *Sturnira lilium* bats. The first species specializes in consuming infructescences of *Piper* (popularly known as monkey-pepper or Jaborandi) and the second is specialized in fruits of *Solanum* (Jurubeba). Infructescence is defined as the ensemble of fruits derived from the ovaries of an inflorescence. In some cases, infructescences are similar in appearance to simple fruits. It is common to see many shrubby plants of the genus *Piper* and *Solanum* growing randomly in the banks of waterways and local roads, along with pastures and crops. This is a clear indication of the activities of these two species of bats and of their use of shelters located nearby, such as abandoned buildings or the drainage systems for rivers and roads. Other plants such as the trumpet trees (Embaúbas or *Cecropia*), pau-de-lacre (*Vismia*) and fig (*Ficus*) can also be considered as pioneers, if not of the early stages of ecological succession, of intermediate stages.*

Morcego frugívoro comum *Sturnira lilium* se aproxima de frutos de jurubeba (*Solanum rugosum*). Diversas espécies de *Solanum* são plantas arbustivas e pioneiras dos estágios iniciais de sucessão ecológica e por isso são importantes na recuperação de áreas degradadas.

*A common frugivorous bat *Sturnira lilium* glides towards the fruits of a Jurubeba (*Solanum rugosum*). Several species of *Solanum* are pioneers of the early stages of ecological succession, of intermediate stages and, accordingly, key to the recovery of degraded areas.*



Foto/Photo by: Merlin D. Tuttle

Os principais dispersores de suas sementes são morcegos dos gêneros *Artibeus* e *Platyrrhinus*. Em todas essas plantas as sementes são pequenas e muitas são engolidas pelos morcegos sem sofrerem danos. O seu trânsito intestinal é rápido: cerca de 20 a 30 minutos após serem engolidas, as sementes saem intactas com as fezes. Todos esses morcegos têm por hábito defecarem durante o voo, o que provoca uma “chuva de sementes” sobre a vegetação das áreas intactas (em equilíbrio) e sobre as áreas degradadas, desprotegidas e abandonadas pelos humanos.

Para a sustentabilidade ambiental, os humanos devem manter essas espécies de morcegos frugívoros junto de si para facilitar a recuperação das áreas que eles próprios degradaram, sob pena de viver em condições de escassez de água potável, de alimento, da fauna silvestre e da natureza como um todo.

*The bats of the *Artibeus* and *Platyrrhinus* genres are the main dispersers of the small seeds in these plants. Due to their size, they are easily swallowed by bats without suffering any damage. Their bowel transit time is fast: about 20 to 30 minutes after being swallowed, the seeds come out intact with the feces. All these bats disperse seeds through defecation while they fly, dropping them in areas of intact native vegetation (in balance), in degraded and unprotected areas or in areas that were abandoned by humans in what is known as “seed rain”. For environmental sustainability, humans must preserve these species of fruit bats to recover areas that they themselves degraded at the risk of living in conditions of food and water shortage.*

Morcego frugívoro *Artibeus lituratus* voando com um figo na boca após a visita à figueira branca *Ficus guaranitica* na área urbana de Botucatu, SP. Esse morcego é muito comum em áreas urbanas de todo o Brasil e explora muitas espécies de plantas utilizadas na arborização urbana e em pomares.

*A frugivorous *Artibeus lituratus* bat holding a fig with its mouth after it visited a white fig tree (*Ficus guaranitica*) in the urban area of Botucatu, Sao Paulo, Brazil. *Artibeus lituratus* bats are frequently spotted in urban areas in Brazil, as they exploit many species of plants that are regularly used for urbanization and in orchards.*

Foto/Photo by: Wilson Uieda



Morcegos e predação

Uma relação predatória que afeta a sustentabilidade das áreas rurais brasileiras, principalmente das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, é aquela existente entre o segundo maior morcego das Américas, *Chrotopterus auritus*, e os roedores silvestres. Esse morcego tem cerca de 1 metro de envergadura e quase 100g de peso. É considerado topo de cadeia alimentar, predando basicamente pequenos vertebrados, como roedores, lagartos, marsupiais, pássaros e outros morcegos, além de insetos e frutos. São encontrados nas áreas naturais e rurais. Buscam abrigo em grutas e edificações abandonadas, como silos, casas, porões de fazendas, onde formam pequenos agrupamentos familiares de dois a sete indivíduos. Com as corujas e as cobras, esses morcegos são responsáveis pelo controle natural dos roedores, que prejudicam a produção de grãos e estão associados a diversas doenças, como hantavirose, peste bubônica e leishmaniose. Apesar da sua importância, as cobras são mortas pelos humanos por causa do veneno; os morcegos são visados pelos humanos por causa de seu porte e do mito de que “chupam sangue”; as corujas são toleradas, apesar da lenda popular de que trazem “mau agouro”.

As alterações na vegetação natural, onde os humanos introduzem plantas de interesse comercial, acabam fornecendo aos roedores silvestres novas fontes de alimento, propiciando o aumento rápido de suas populações. Assim, a redução do número de predadores naturais, como cobras, corujas e morcegos *C. auritus*, favorece o aumento das populações de roedores silvestres.

Bats as Predators

*Still, the relationship between bats and the environment is not always as rosy as described above. In Brazil's Southern, South Eastern and Central Western regions, the sustainability of rural areas in Brazil is sometimes threatened by the predatory habits of the second largest bat in the Americas, the *Chrotopterus auritus*, whose dietary habits include, among other sources, wild rodents. Also known as Big-Eared Woolly Bat or Woolly False Vampire Bat, they are very large predatory bats, reaching a one meter wingspan and a body mass that can reach 100 grams.*

Placed on the top of the food chain, the Big-Eared Woolly Bat also preys on other small vertebrates such lizards, marsupials, birds and even other bats. They also eat insects and, to a lesser degree, fruits. Preferring to shelter in natural and rural areas, they inhabit caverns and abandoned buildings such as grain storages, houses and farm cellars, where they form small family groups ranging from two to seven individuals.

On a more positive note, the Big-Eared Woolly Bats are responsible, along with owls and snakes, for the natural control of some rodents that routinely destroy grain crops (commercial crop provide abundant, year round food for rodents, increasing their population). Rodents can also transmit diverse illnesses to humans, such as hantavirus infections, bubonic plague and leishmaniasis. In spite of their useful food habits, bats, snakes and owls are often despised and hunted down by humans, favoring rodents. Snakes are killed because of their poison, bats are considered ugly and blood suckers, and even if owls may be tolerated, many still believe that they are bad omen.

O morcego carnívoro *Chrotopterus auritus* é o 2º maior morcego das Américas. Possui orelhas enormes que são utilizadas na estratégia “senta e espera” para predação de roedores silvestres nas áreas rurais e naturais da América Latina.

*The second largest bat in the Americas, the *Chrotopterus auritus* has big ears that help during its “sit and wait” strategy to catch wild rodents in natural and rural areas of Latin America.*



Foto/Photo by: Wilson Uieda

Morcegos e sangue

Das 1.200 espécies de morcegos existentes no mundo, apenas três exploram sangue de vertebrados (aves e mamíferos) como fonte de alimento. As três ocorrem somente na América Latina. Costumamos dizer que os morcegos hematófagos são produtos genuinamente latino-americanos, assim como o Drácula é europeu e Edward Cullen (da Saga Crepúsculo) é norte-americano. Não devemos confundir e misturar as “coisas” dessa forma, mas a verdade é que as crenças populares e os filmes de terror acabam misturando tudo e, assim, para as pessoas leigas, “todo morcego é vampiro”. Errado! Quando lemos notícias sobre bois, cavalos, porcos ou pessoas sangradas por morcegos em algum lugar da América Latina, elas se referem a uma única espécie de morcego, *Desmodus rotundus*, também conhecido por morcego hematófago comum.

On Bats and Blood

*From the astounding 1.200 bat species existing around the world, only three of them consume the blood of vertebrates (birds and mammals). *D. rotundus* feeds solely on the blood of mammals, while the other two species use avian blood as a source of food. All three species are native to Latin America, ranging from to Brazil, Chile, and Argentina. Accordingly, scaring stories about vampires, be them evil such as the ones inspired in the classic European *Dracula*, be them tormented heroes, such as the more modern American Edward Cullen of the *Twilight Saga*, are just that: stories created by the rich human imagination.*

The problem starts when legends manage to leak from the fictional world and feed popular (mis)perceptions about real bats, transforming virtually all of them in alleged vampires. Wrong! When the news comment on cattle, horses, pigs or even people who have been attacked by bats in some Latin American corner, that information is exclusively referring to the three species of hematophagous bats whose food source is a dietary trait called hematophagy.

O morcego hematófago comum *Desmodus rotundus*, o principal transmissor da raiva dos herbívoros e um dos principais transmissores da raiva humana na América Latina.

*The *Desmodus rotundus* bat is the most common hematophagous species, and lives exclusively in Latin America. It is the main transmitter of the rabies viral disease to herbivores and humans.*

Foto/Photo by: Edvard D. Magalhães

Por causa do hábito de tomar sangue de mamíferos e da possibilidade de transmitir a raiva, o governo federal brasileiro considera esse morcego nocivo e sustenta a posição de estimular o controle de suas populações. A raiva dos herbívoros, transmitida por *D. rotundus*, provoca perdas anuais de mais de 100 milhões de dólares. Metade dessas perdas ocorre no Brasil. Em termos de saúde pública, as sangrias humanas por *D. rotundus* são frequentes, principalmente na região amazônica brasileira e de países vizinhos. No Brasil os últimos surtos de raiva humana transmitida por morcegos hematófagos ocorreram no Pará e no Maranhão, entre 2004 e 2005, quando morreram cerca de 60 pessoas que viviam em comunidades ribeirinhas. Apesar de ainda ocorrerem muitos casos de pessoas sangradas por *D. rotundus* no Brasil, principalmente na região amazônica, não há registros recentes de raiva humana transmitida por esse morcego. No entanto, há registros de raiva em bovinos em várias regiões da Amazônia Brasileira, como Amazonas, Rondônia, Pará e Tocantins. Estudos sorológicos recentes¹⁴ mostram que os morcegos da região amazônica têm tido contato com o vírus da raiva e desenvolvido anticorpos, apesar de não apresentarem sintomas aparentes da doença, principalmente no caso da espécie *D. rotundus*.¹⁴

*Due to their habit of drinking blood from other mammals, as well as the possibility of transmitting rabies, the Brazilian Federal Government has labeled the *D. rotundus* as a harmful bat species and is devoted to the implementation of regular controls of *D. rotundus* population.*

*Herbivore rabies, transmitted by the *D. rotundus* to livestock, costs governments around 100 million dollars each year. Half of that financial loss in livestock production is borne by Brazil alone.*

*In terms of human health, costs are also extremely high: attacks on humans by *D. rotundus* are frequent in the Brazilian Amazon region and in neighbouring countries. In Brazil, the most recent outbreak of human rabies transmitted by hematophagous bats took place between the years of 2004 and 2005 in the northern states of Pará and Maranhão, when bat bites killed around 60 people who lived in riverside communities. Although humans, especially in the Brazilian Amazon region, are still frequently bitten by the *D. rotundus* species, there are no current reports on human rabies transmitted by this hematophagous bat. However, there are records of cattle rabies transmitted by *D. rotundus* in many Amazonian states such as Amazonas, Rondônia, Pará and Tocantins. Moreover, recent serologic studies¹⁴ have shown that bats species from the Amazonian region, especially the *D. rotundus*, have been in touch with the rabies virus and have developed rabies antibodies, without presenting visible symptoms of this preventable viral disease.*

*tins. Moreover, recent serologic studies¹⁴ have shown that bats species from the Amazonian region, especially the *D. rotundus*, have been in touch with the rabies virus and have developed rabies antibodies, without presenting visible symptoms of this preventable viral disease.*



Pé de uma criança indígena do Pará com dois ferimentos recentes em dois dedos do pé.

Two fresh injuries in the toes of an indigenous child from Pará State in Brazil.

Foto/Photo by: Wilson Uieda

Apesar da nocividade atribuída aos morcegos hematófagos, pesquisas na área da hematologia têm obtido derivados de uma substância anticoagulante, presente na saliva do morcego *Desmodus rotundus*, que tem demonstrado eficácia em pacientes com início de um acidente vascular cerebral.¹⁵

Agradecimentos

Somos gratos à Paula Simas pelo convite para produzir o presente texto, pela leitura crítica e pelas sugestões e auxílio na seleção das fotos. Registramos nossa gratidão ainda aos colegas Merlin D. Tuttle (MerlinTuttle.org), Christiano Peres Coelho, Manoel Cláudio da Silva Júnior, Susi Missel Pacheco, Edvard Dias Magalhães e Therys Midori Sato, que gentilmente cederam as suas fotos.

*In spite of the harm attributed to hematophagous bats, haematologists have managed to find a positive discovery when researching the saliva of *Desmodus rotundus*. When these bats bite their victim, a protein in their saliva acts as an anticoagulant that keeps their victim's blood flowing while they feed. This anticoagulant contains a protein that inhibits Factor X, which is an enzyme involved in the coagulation pathway. This protein in the saliva of hematophagous bats might one day benefit brain stroke sufferers going through the early stages of the stroke by dissolving blood clots that starve the brain of oxygen during a stroke ¹⁵.*

Acknowledgments

The authors are grateful to Ms. Paula Simas (M.Sc.) for her critical reading of this essay, as well as for her skilful assistance in the selection and editing of the featured photos. The authors would also like to thank Merlin D. Tuttle (MerlinTuttle.org), Christiano Peres Coelho, Manoel Claudio da Silva Junior, Susi Missel Pacheco, Edvard Dias Magalhães, and Therys Midori Sato for kindly authorizing the use of some of their inspiring photographic work to illustrate this essay.



Um indivíduo do morcego hematófago comum *Desmodus rotundus* pousado sobre a crina e pescoço de um cavalo e se alimentando em um ferimento no lobo posterior da orelha. Notar a língua exteriorizada do morcego tocando o ferimento.

*A common hematophagous bat (*Desmodus rotundus*) on a horse's mane and neck while feeding from an open wound on the lobe of the horse's ear. Note how the bat's tongue extends out of the mouth in order to reach the injury in the horse.*

Foto/Photo by: Wilson Uieda

Referências/References

1. ARITA, H. T.; WILSON, D. E. Long-Nosed Bats and Agaves: the tequila connection. *Bats Magazine*, v. 5, n. 4, p. 3-5, 1987.
2. BENITES, M.; MAMEDE, S. B. Mamíferos e aves como instrumentos de educação e conservação ambiental em corredores de biodiversidade do Cerrado, Brasil. *Mastozoología Neotropical*, v. 15, n. 2, p. 261-271, 2008.
3. BREDT, A.; UIEDA, W.; PEDRO, W. A. *Plantas e Morcegos, na recuperação de áreas degradadas e na paisagem urbana*. Brasília: Rede de Sementes do Cerrado, 275p, 2012.
4. CAMARGO, M. P. et al. A cultura do Pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) na recuperação de áreas degradadas e como alternativa para a produção de biodiesel no Brasil. *Journal of Agronomic Sciences*, Umuarama, v. 3, p. 180-192, 2014.
5. CIPRIANO, J. et al. O gênero *Hymenaea* e suas espécies mais importantes do ponto de vista econômico e medicinal para o Brasil. *Caderno de Pesquisa, série Biologia*, v. 26, n. 2, p. 41-51, 2014.
6. CLEVELAND, C. J. et al. Economic value of the pest control service provided by Brazilian free-tailed bats in south-central Texas. *Frontiers in Ecology and the Environment*, v. 4, n. 5, p. 238-243, 2006.
7. COELHO, C. P.; OLIVEIRA, P. E.; MARTÍN, J. R. Los murciélagos como vector de polinización del Pequi (*Caryocar brasiliense* Camb. Caryocaraceae), un recurso clave en las comunidades tradicionales brasileñas. *Chronica Naturae*, v. 3, p. 38-48, 2013.
8. FENTON, M. B. *Bats*. New York: Facts on File Inc., 1992.
9. http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/Manejo-Helicoverpa%20.pdf
10. <http://www.ebc.com.br/noticias/saude/2015/07/brasil-e-lider-mundial-em-consumo-de-agrotoxicos>
11. KUNZ, T. H. et al. Ecosystem services provided by bats. *Annals of the New York Academy of Sciences*, v. 1.223, p. 1-38, 2011.
12. RECH, A. R. et al. *Biologia da Polinização*. Rio de Janeiro: Editora Projeto Cultural, 2014.
13. RICCUCCI, M.; LANZA, B. Bats and insect pest control: a review. *Vespertilio*, v. 17, p. 161-169, 2014.
14. SILVA, N. W. F. *Avaliação ecoepidemiológica da circulação do vírus da raiva em populações de *Desmodus rotundus* (E. Geoffroy, 1810) no município de Juruti, Baixo Amazonas, Estado do Pará*. Pós-Graduação em Saúde e Produção Animal na Amazônia (Dissertação-Mestrado), Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Belém, 62p, 2014.
15. von KUMMER, R.; ALBERS, G. W.; MORI, E. The Desmoteplase in Acute Ischemic Stroke (DIAS) clinical trial program. *Int. J. Stroke*, v. 7, n. 7, p. 589-96, 2012.
16. www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agricultura_e_meio_ambiente/arvore/CON-TAG01_40_210200792814.html

No Editorial do seu primeiro número de 2016, *Sustentabilidade em Debate (SeD)* expressa sua preocupação pelos efeitos das mudanças no meio ambiente e os desastres ambientais, que no século XXI têm causado migrações às vezes maiores que os conflitos armados. Se o ser humano não deter os impactos negativos das mudanças climáticas, nos próximos 50 anos entre 250 milhões e 1.000 bilhão de pessoas serão forçadas a deixar suas casas e se mudar para outra região ou mesmo para outro país. O Acordo de Paris desapontou: não abordou o estatuto jurídico dos migrantes climáticos nem o mandato à sua proteção e assistência. Neste complexo cenário post COP 21, o número 1 do volume 7 de *SeD* publica nove artigos na categoria Varia, três Resenhas, um Debate sobre Sustentabilidade na educação superior no Sul Global e uma Galeria sobre os morcegos, agentes negligenciados da sustentabilidade. Pontos de convergência, tais como as mudanças ambientais globais, a agricultura sustentável, reutilização de produtos e os indicadores de sustentabilidade, costuram os assuntos e tecem um conjunto equilibrado de análises. Boa leitura!

In its first number of 2016, Sustainability in Debate (SeD) devotes its Editorial to show the Editors' concern about the environmental changes and disasters that have caused people to migrate even more than some armed conflicts. In the next 50 years, if humanity fails to prevent further negative impacts linked to climate changes, between 250 million and 1 billion people will be forced to leave their homelands and move to another region and even to another country. The recent Paris Agreement was a disappointment in respect to most of these concerns. It did not address the legal status of refugees, nor did it establish a mandate for their protection and assistance. In this complex post-Cop 21 scenario, the 15th issue of SeD (volume 7, number 1) offers nine articles Varia, three Book Reviews, one Debate on Sustainability and Higher Education in the Global South, and one Gallery about Bats as Neglected Agents of Sustainability. There are several convergence points – such as global environmental changes, sustainable agriculture, reuse of products and materials, and indicators of sustainability – which bring together several topics and provide a balanced set of analyses. Good reading to all!

Realização



CDS-UnB



LEA-UnB

Edição



Apoio



Ministério do
Meio Ambiente

